

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1931-1932

N° 20

RECHERCHES SUR LA GRAINE  
ET L'HUILE DE PURGHÈRE  
OU PIGNON D'INDE (*Jatropha Curcas* L.)

THÈSE

Pour l'obtention  
du Diplôme de Docteur de l'Université de Paris (Pharmacie)

Présentée et soutenue le 12 mai 1932

PAR

**Simone DROIT**

PHARMACIEN

LAURÉAT DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE PARIS

JURY { MM. EM. PERROT .... *Président.*  
R. DELABY ..... *Chargé de cours.*  
J. RÉGNIER ..... *Agrégé.*

LAVAL  
IMPRIMERIE BARNÉOUD

1932



UNIVERSITÉ DE PARIS

---

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1931-1932

N° 20

---

RECHERCHES SUR LA GRAINE  
ET L'HUILE DE PURGHÈRE  
OU PIGNON D'INDE (*Jatropha Curcas* L.)

---

THÈSE

Pour l'obtention  
du Diplôme de Docteur de l'Université de Paris (Pharmacie)

Présentée et soutenue le 12 mai 1932

PAR

**Simone DROIT**

PHARMACIEN

LAURÉAT DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE PARIS

JURY { MM. EM. PERROT . . . . *Président.*  
R. DELABY . . . . . *Chargé de cours.*  
J. RÉGNIER . . . . . *Agrégé.*

---

LAVAL  
IMPRIMERIE BARNÉOUD

---

1932

# PERSONNEL DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE

## Administration

MM. P. GUÉRIN, Doyen, ✱, ☉ I.  
P. LEBEAU, Assesseur, O. ✱, ☉ I.  
G. DURSENT, Secrétaire, ✱, ☉ I.

## Professeurs

MM. GUÉRIN, ✱, ☉ I. . . . . Botanique générale.  
BÉHAL, Membre de l'Institut,  
G. O. ✱, ☉ I. . . . . Chimie organique.  
PERROT, O. ✱, ☉ I. . . . . Histoire naturelle des Médicaments.  
COUTIÈRE, O. ✱, ☉ I. . . . . Zoologie.  
LEBEAU, O. ✱, ☉ I. . . . . Pharmacie chimique.  
BOUGAULT, ✱, ☉ I. . . . . Chimie analytique.  
GORIS, ✱, ☉ I. . . . . Pharmacie galénique.  
TASSILLY, ✱, ☉ I. . . . . Physique.  
DAMIENS, ✱, ☉ I. . . . . Chimie minérale.  
HÉRISSEY, O. ✱, ☉ I. . . . . Chimie biologique.  
SOMMELET, ✱, ☉ I. . . . . Hydrologie et Hygiène.  
LUTZ, ✱, ☉ I. . . . . Cryptogamie et Microbiologie.  
FABRE, ☉ I. . . . . Toxicologie.  
LAUNOY, O. ✱, ☉ I. . . . . Professeur sans chaire.

*Doyen honoraire* : M. RADAIS, O. ✱, ☉ I.

*Professeurs honoraires* : MM. A. VILLIERS, ✱, ☉ I.  
DÉLÉPINE, O. ✱, ☉ I.  
GUERBET, O. ✱, ☉ I.

## Chargés de cours

MM. Marc HONNORAT, ✱, ☉ I. . . . . Législation et Déontologie pharmaceutiques.  
LAUNOY, O. ✱, ☉ I. . . . . Pharmacodynamie.  
DELABY, ✱, ☉ I. . . . . Minéralogie.  
BACH, ☉ I. . . . . Microbiologie.

## Agrégés en exercice

|                     |                  |                 |
|---------------------|------------------|-----------------|
| MM. DELABY, ✱, ☉ I. | MM. MASCRÉ, ☉ I. | MM. BEDEL, ☉ I. |
| PICON, ☉ I.         | FLEURY, ☉ I.     | RÉGNIER, ☉ I.   |
|                     | BACH, ☉ I.       |                 |

## Chefs des travaux pratiques

MM. BEDEL, ☉ I., agrégé, chargé des T. P. de  
1<sup>re</sup> année . . . . . Chimie générale.  
FLEURY, ☉ I. et RÉGNIER, ☉ I., agrégés,  
chargés des travaux de . . . . . Chimie analytique.  
SOUÈGES, ☉ I. . . . . Micrographie.  
LEROUX, ☉ I. . . . . Physique.  
DEVAL, ☉ I. . . . . Microbiologie.  
DELABY, ✱, ☉ I., PICON, ☉ I. et  
MASCRÉ, ☉ I., agrégés chargés des . . . Travaux généraux de 4<sup>e</sup> année.

*Bibliothécaire en Chef* : M. BERNARD, ☉ I.



A MONSIEUR LE PROFESSEUR ÉMILE PERROT

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

MEMBRE DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES COLONIALES

DIRECTEUR DE L'OFFICE NATIONAL DES MATIÈRES PREMIÈRES VÉGÉTALES

*Hommage de respectueuse gratitude.*



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41552606\\_0047](https://archive.org/details/IA41552606_0047)

A MADemoisELLE M.-Th. FRANÇOIS

DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES  
CHEF DE TRAVAUX A L'ÉCOLE PRATIQUE  
DES HAUTES ÉTUDES SCIENTIFIQUES

*En témoignage de mon amicale reconnaissance.*



A MES PARENTS

MEIS ET AMICIS



## INTRODUCTION

---

Le règne végétal offre à la Thérapeutique et à l'Industrie une réserve incomparable de matières premières; leur production est particulièrement abondante dans notre domaine colonial.

Aussi bien, ces substances ont-elles fait, depuis longtemps, l'objet de recherches suivies et d'utilisations rationnelles dont les Congrès tenus à l'occasion de l'*Exposition Coloniale Internationale de 1931* viennent d'offrir une synthèse si justement et si universellement appréciée.

Toutefois, malgré les magnifiques résultats obtenus, il reste encore bien des lacunes à combler et le champ à prospector demeure immense.

C'est à la solution de ces problèmes si complexes que M. le Professeur Em. PERROT consacre avec succès, depuis de nombreuses années, une grande partie de son activité. Ce Maître éminent joint en effet, aux connaissances scientifiques affirmées par plus de trente années d'enseignement à la Faculté de Pharmacie de Paris, un sens colonial affiné par de nombreuses explorations.

C'est au retour d'une de ses missions en Afrique occidentale française, qu'en janvier 1928, au début de nos recherches sur les Euphorbiacées médicinales, entreprises en vue de concourir pour l'obtention du Prix MENIER,

M. le Professeur Em. PERROT nous entretenait d'une plante de cette famille dont l'utilisation était minime par rapport à ses possibilités.

Il s'agissait du « **Purghère** » ou « **Pignon d'Inde** » (*Jatropha Curcas* L.), arbuste croissant spontanément dans la plupart des pays tropicaux et qui, étant donné son aire de végétation étendue, peut fournir des fruits en abondance. Ses graines, en effet, renferment 30 à 35 % d'une huile qui, à l'heure actuelle, n'est guère utilisée qu'en savonnerie.

On connaît cependant depuis longtemps les propriétés purgatives drastiques de cette huile, appelée d'ailleurs « *huile infernale* », ainsi que la toxicité si particulière des graines ; ces faits laissant entrevoir une possibilité d'application thérapeutique.

Mais, tandis que certains pharmacologues admettent que 4 à 8 grammes d'huile équivalent à 30 grammes d'huile de Ricin, d'autres prétendent que l'huile de Curcas ne devrait être administrée que par gouttes (dix à cinquante).

Quant à l'étude chimique de l'huile, elle n'a pas fait, jusqu'à présent, l'objet de travaux très approfondis et nous ne possédons, dans l'ensemble, que d'assez vagues renseignements sur les méthodes de recherches employées. L'aboutissant est, dans la grande majorité des cas, un énoncé tout empirique des principes immédiats de l'huile.

Ces faits, en accord avec les précieuses indications fournies par M. le Professeur Em. PERROT, nous incitèrent à essayer d'approfondir la connaissance d'une drogue si peu employée et paraissant pourtant susceptible d'enrichir la Pharmacopée et l'Industrie d'une matière première dont la valeur présenterait un réel intérêt.

Reprenant l'étude des caractères botaniques de la plante, ainsi que celle de la toxicité de la graine déshuillée, déjà effectuées antérieurement dans notre Mémoire manuscrit (Prix MENIER) et disposant d'échantillons de fleurs, fruits et graines de *Jatropha Curcas*, nous avons exposé tout d'abord, à l'aide de coupes pratiquées dans des ovaires fécondés et dans des graines à divers stades de leur développement, l'origine des cavités d'aération si particulières du tégument de ces graines, en même temps que nous portions un regard sur le développement du tégument lui-même.

Puis nous nous sommes attaché plus spécialement à l'étude de l'huile extraite des amandes, de manière à en préciser la composition et la toxicité. Nous avons appliqué à cette recherche les procédés en usage depuis quelques années dans la Chimie des corps gras. Après avoir comparé les caractères physiques et chimiques principaux d'huiles d'origine industrielle, avec ceux d'huiles extraites à froid au laboratoire par différents solvants, nous avons tenté de séparer, par les méthodes physiques les plus diverses, les constituants de l'huile de *Jatropha Curcas*.

Quant au principe toxique, CADET DE GASSICOURT l'avait localisé, dès 1824, dans la partie de l'huile soluble dans l'alcool à 95° et classé parmi les substances résineuses. Ses successeurs n'ont guère précisé cette notion, mais ils considèrent le principe drastique comme un acide-alcool voisin de l'acide ricinoléique (SIEGEL, 1893 ; FELKE, 1913). Nous verrons par la suite qu'il paraît être d'une nature toute différente.

L'étude de l'action ménagée et de l'action brutale de la chaleur sur l'huile, aussi bien que certaines déterminations physiques très spéciales, nous ont fourni des

indications sur les possibilités de son utilisation industrielle.

\*

\* \*

Au moment où nous terminons ce travail, c'est pour nous un devoir particulièrement agréable de présenter ici, à M. le Professeur Em. PERROT, qui a bien voulu nous admettre dans son Laboratoire, orienter et guider nos recherches avec une inlassable bienveillance, l'expression de notre respectueuse et infinie gratitude. Puisse-t-il agréer, en hommage, l'assurance que nous garderons le meilleur souvenir des quatre années de travail passées au Laboratoire de Matière médicale de la Faculté de Pharmacie et de l'accueil si cordial que nous y avons toujours trouvé.

M. le Professeur P. GUÉRIN, doyen de la Faculté de Pharmacie, a consacré une partie de son temps, cependant si précieux, à nos recherches histologiques et nous a fourni les plus utiles directives pour les mener à bonne fin ; nous l'en remercions bien respectueusement.

Nous prions M. le Professeur agrégé R. DELABY, qui s'est intéressé à notre travail avec son amabilité coutumière et a bien voulu faire partie de notre Jury, d'agréer nos très empressés remerciements. Ceux-ci vont aussi à M. le Professeur agrégé J. RÉGNIER, qui a également accepté de siéger dans le Jury de cette thèse.

Que M<sup>lle</sup> Marie-Thérèse FRANÇOIS, Docteur ès sciences physiques, Chef de travaux à l'École pratique des Hautes-Études scientifiques, qui a bien voulu nous initier à la chimie des corps gras et suivre de près notre travail,

avec la plus aimable complaisance, reçoive ici le témoignage de notre sincère gratitude.

Nous devons également une grande reconnaissance à M. le Docteur R. WEITZ, Assistant au Laboratoire de Matière médicale, dont nous avons si souvent mis à contribution la grande érudition et les connaissances bibliographiques étendues.

Le Conseil de la Faculté de Pharmacie de Paris a bien voulu nous réserver une subvention sur les fonds du legs MOISSAN, qu'il en reçoive ici l'expression de toute notre gratitude.

Nous n'aurions garde d'oublier tous ceux qui ont bien voulu nous procurer les matériaux d'étude nécessaires à ce travail, ceci grâce aux relations créées par M. le Professeur Em. PERROT avec les Hauts Fonctionnaires coloniaux et les colons français et étrangers. Parmi ces aimables correspondants, nous remercierons en particulier :

MM. ALFONSO de SAMPAIO, Agent général des Colonies à Lisbonne ;

le Gouverneur M. MARCHAND, Haut-Commissaire de la République au Cameroun ;

Ed. FRANÇOIS, Directeur du Jardin d'essais de Tananarive ;

LOUIS FOURNEAU, Inspecteur de l'Agriculture en Guinée ;

HOUARD, Inspecteur d'Agriculture au Dahomey ;

BARTHABURU, Directeur de la Station expérimentale de Ségou ;

R. COSTE, Ingénieur des Services agricoles à Kribi.

## PLAN DE L'OUVRAGE

---

### INTRODUCTION.

#### PREMIÈRE PARTIE. — Généralités et Botanique.

##### CHAPITRE I. — Caractères généraux de la plante.

Classification. Origine. Morphologie externe. Caractères anatomiques. Culture. Usages. Emplois thérapeutiques.

##### CHAPITRE II. — Etude de la graine.

Description. Germination. Composition chimique. Toxicité. Exportation. Emploi (tourteau). Déterminations faites sur quelques échantillons de graines.

##### CHAPITRE III. — Etude histologique de la graine.

#### DEUXIÈME PARTIE. — Etude chimique de l'huile.

##### CHAPITRE I. — Historique.

##### CHAPITRE II. — Méthodes d'analyses employées.

*Déterminations physiques* : densité, pouvoir rotatoire, indice de réfraction, étalement moléculaire, viscosité, etc.

*Déterminations chimiques* : indices d'acidité, de saturation, de saponification, d'iode, d'acétyle.

##### CHAPITRE III. — Origine et préparation des différentes huiles de *Jatropha Curcas* examinées. Caractères physiques et chimiques.

A. — Huiles industrielles.

B. — Huiles extraites au laboratoire.

##### CHAPITRE IV.

A. — Etude de la dissolution fractionnée de l'huile dans l'acide acétique et dans l'alcool fort.

B. — Etude des acides gras et des matières insaponifiables.

##### CHAPITRE V.

A. — Action du froid sur l'huile.

B. — Action ménagée de la chaleur.

C. — Pyrolyse de l'huile.

#### TROISIÈME PARTIE

Étude toxicologique du *J. Curcas*.

### RÉSUMÉ et CONCLUSIONS.

### INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

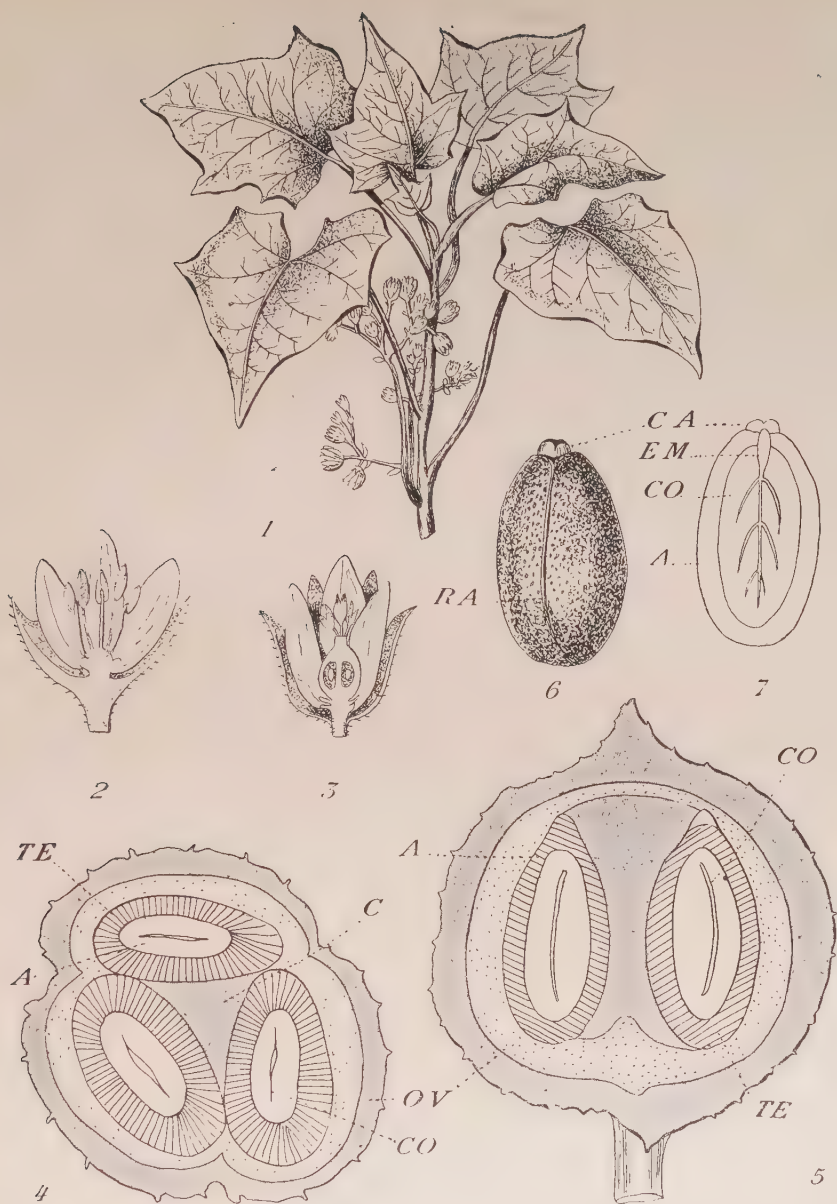


PLANCHE I. — *Jatropha Curcas* L.

1. Plante entière (Réduit au tiers). — 2. Fleur mâle. — 3. Fleur femelle. — 4. Coupe transversale du fruit. — 5. Coupe longitudinale du fruit. — 6. Graine. — 7. Coupe longitudinale macroscopique de la graine (4, 5, 6 et 7 légèrement grossis).

Légende. *C*, columelle. — *CA*, caroncule. — *EM*, embryon. — *OV*, parois de l'ovaire. — *TE*, téguments. — *CO*, cotylédons. — *A*, albumen. — *RA*, raphé.



# RECHERCHES SUR LA GRAINE ET L'HUILE DE PURGHÈRE OU PIGNON D'INDE (*Jatropha Curcas* L.)

---

## PREMIÈRE PARTIE GÉNÉRALITÉS ET BOTANIQUE

---

### CHAPITRE I

#### CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA PLANTE

**Classification.** — Le *Jatropha Curcas* L. appartient à la vaste famille des Euphorbiacées, qui renferme plus de trois mille cinq cents espèces groupées en deux cent dix genres. On place le genre *Jatropha* L. dans la sous-famille des Platylobées (1), ou Euphorbiacées possédant un embryon pourvu de larges cotylédons aplatis.

Les Platylobées se subdivisent elles-mêmes en deux grands groupes secondaires (Phyllanthoïdées et Crotonoïdées) suivant le nombre d'ovules contenus dans chaque loge de l'ovaire.

Chez les Crotonoïdées, les loges sont uniovulées ; c'est

(1) D'après ENGLER et PRANTL. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig, 1896, III, 5, p. 74.

dans ce groupe, de beaucoup le plus important pour la Matière médicale, subdivisé lui-même en huit groupes de troisième ordre, que se situent les *Jatrophées* ; celles-ci contiennent onze genres parmi lesquels les genres *Aleurites*, *Johannesia*, *Hevea*, etc...

Le genre *Jatropha* L. renferme plus de soixante-dix espèces réparties en trois sous-genres et son nom dérive de *ιαουαι* (guérir) et de *τροφη* (nourriture), car tandis que certaines de ses espèces et principalement le *Jatropha Curcas* ont joui d'une grande vogue dans la thérapeutique ancienne, d'autres, comme les *Manihot*, longtemps placés dans le genre *Jatropha*, fournissent aux indigènes de la plupart des pays chauds leurs rhizomes alimentaires (manioc doux et amer) servant à la préparation du tapioca.

**SYNONYMES :** *Jatropha acerifolia* Salisb.

*J. moluccana* Wall.

*J. Condor* Wall.

*Curcas purgans* Med.

*Curcas indica* Rich.

*Curcas Adansoni* Endl.

*Castiglioni lobata* Rz et Pav.

**Gros Pignon d'Inde, Médecinier, Purghère, Pulghère ou Pourguerre, Médecinier des Barbades, Pignon des Barbades.** Les graines ont reçu les noms de : Graines de Ricin majeur, Noix cathartiques ou des Barbades, semences de *Ficus infernalis*.

NOMS VERNACULAIRES :

**AFRIQUE :** Bindasgou (haoussa) ; Binda ; Badaguigui (bété, à la Côte d'Ivoire) ; Bagani (littéralement « petit poison », nom de l'arbuste en bambara, la graine étant nommée Adé) ; Propo (baoulé de la Côte d'Ivoire) ; Baganro (Sierra Leone).

**INDE et SIAM :** Caat amunaka ; Baghârinda (hind.) ; Adivre amida ; Kanana cranda, ou Kanana herundum (d'après les écrivains sanscrits) ; Mahong hua (prov. du Nord du Siam) ; Mak yao (prov. de l'Est) ; Hong têt, dans la péninsule.

**Variétés.** — Bien que cette plante prospère dans les pays tropicaux les plus divers au point de vue du climat, de l'altitude et du terrain, les botanistes n'ont pas décrit de variétés définies de cette espèce, contrairement à ce qui s'est produit pour le Ricin, par exemple, dont les variétés sont si nombreuses.

Cependant au Dahoméy, M. HOUARD, alors Inspecteur général de l'Agriculture, a cru pouvoir signaler deux variétés de *Jatropha Curcas* : l'une dite « à feuilles vertes » très répandue dans cette région et l'autre « à feuilles rouges » moins commune. Les deux plantes se distingueraient seulement par la couleur différente de leurs feuilles ; la première vert clair, la seconde brun-marron maculé de rouge.

Nous avons reçu de Guinée des fruits et tiges fleuries conservés dans de l'alcool, de *Jatropha Curcas*, variété verte. Les graines en sont nettement plus grosses (voir leurs dimensions p. 31), mais la structure anatomique ne présente pas de différence sensible (comme nous le verrons d'ailleurs plus loin, p. 38). Signalons toutefois la teinte brun rougeâtre du tégument des graines contenues dans les fruits alors que celle des graines ordinaires est noirâtre.

S'agit-il du *J. afrocurcas* Pax (1), qui se différencie uniquement du *J. Curcas* par la présence, sur les rameaux floraux, de quelques duvets, ou bien du *J. macrophylla* Pax dont les feuilles sont plus profondément lobées que celles du *J. Curcas* ; nous ne saurions le préciser.

(1) F. PAX. Euphorbiaceæ Jatrophaeæ. In : *Das Pflanzenreich*, IV, 147, Leipzig, 1910, p. 77.

**Origine.** — En général les auteurs, et parmi eux F. PAX (1), pensent que le *J. Curcas* est originaire de l'Amérique tropicale et qu'il se répandit ensuite au Mexique, au Chili, au Paraguay, etc. ; introduit en Afrique, puis dans les Indes, par les Portugais (2), il y devint spontané.

D'ailleurs, la plante, admirablement bien acclimatée, se rencontre indistinctement dans tous les pays tropicaux : Afrique occidentale et orientale, Îles du Cap-Vert, Madagascar, Île de La Réunion, Îles Comores, Inde, Indochine, Nouvelle-Grenade, Cuba, etc...

**Morphologie externe** (3). — Le *J. Curcas* est un arbuste à bois tendre, de 1 à 4 mètres de hauteur, dont les feuilles sont isolées, palminerves, à trois à cinq lobes, de couleur foncée. Les fleurs monoïques, pétalées, se groupent en cymes terminales corymbiformes. La corolle, de teinte rose, est bien développée et ses pièces sont unies entre elles sur une certaine étendue.

Les fleurs mâles (Pl. I, fig. 2), peu nombreuses, presque sessiles, occupent le centre de l'inflorescence : elles se composent de cinq sépales disposés sur un réceptacle convexe en préfloraison quinconciale, de cinq pétales alternant avec cinq glandes libres entourant le pied de l'androcée ; celui-ci est formé de deux verticilles de cinq étamines monadelphes à leur base.

(1) F. PAX. Euphorbiaceæ Jatrophaeæ. In : *Das Pflanzenreich*, IV, 147, Leipzig, 1910, p. 77.

(2) W. DYMCK. The vegetable Materia medica of Western India. Bombay, 1884, pp. 571-573.

(3) H. BAILLON. Histoire des Plantes. Paris, 1874, Hachette, édit., 5, p. 112.

Les fleurs femelles (Pl. I, fig. 3), situées à la périphérie de l'inflorescence, sont quatre à cinq fois plus nombreuses, longuement pédonculées, elles ont un périanthe analogue, l'androcée disparaît totalement ou bien est représenté par un ou deux verticilles de languettes stériles. Le gynécée se compose d'un ovaire à trois loges surmonté d'un style à trois branches bifides. Dans l'angle interne de chaque loge, le placenta supporte un ovule descendant.

Le fruit (Pl. I, fig. 4 et 5) est une capsule tricoque, noire ou rougeâtre, de la grosseur et de la forme d'une noix. A maturité, il laisse échapper, en s'ouvrant brusquement, deux graines noires arillées ; la troisième est généralement avortée.

**Caractères histologiques.** — La tige et la racine de cet arbuste possèdent une structure secondaire tout à fait normale de Dicotylédone ; quelques caractères spécifiques particuliers sont cependant à signaler (1).

Tout d'abord la présence dans le liber et dans la moelle — comme c'est le cas des Euphorbiacées, — de laticifères inarticulés ; ces longs vaisseaux s'étendent d'une extrémité de la plante à l'autre ; ils se ramifient beaucoup mais ne s'anastomosent jamais et ne possèdent pas, dans leur cavité, de cloisons transversales.

L'épiderme de la tige se compose de cellules cubiques ou prismatiques renfermant du tanin et des macles d'oxalate de calcium ; leur cuticule, bien différenciée, est recouverte d'un enduit cireux qui s'accroît peu à peu par

(1) L. GAUCHER. Recherches anatomiques sur les Euphorbiacées. *Thèse Doct. Sc.*, Paris, 1902.

couches stratifiées, perforées en face des stomates. La cire de cette écorce contient, d'après SACK (1), de l'alcool mélassique libre et combiné à l'acide myricique. Les stomates, semblables à ceux que l'on observe sur les feuilles, sont à peine enfoncés en dessous de la cuticule ; ils possèdent des cellules annexes disposées en dessous d'une grande chambre sous-stomatique.

Les fibres péricycliques, généralement bien développées chez les Euphorbiacées, où elles forment un anneau continu, le sont peu chez le *J. Curcas* ; on ne rencontre dans le parenchyme cortical que quelques fibres disséminées.

**Culture.** — Très rustique, cet arbuste réclame peu de soins culturaux et s'adapte bien à tous les terrains et à tous les climats ; de plus, il est susceptible de traverser de longues saisons sèches sans périlcliter : il se dégarnit simplement de ses feuilles.

Le **Purghère** se multiplie facilement par bouture et par semis. Pour pratiquer le bouturage on plante des portions de tiges de 1 mètre à 1 m. 50 de long en les enfonçant dans le sol à l'aide d'un pieu ; elles se garnissent de branches et de feuilles ou bout de 5 ou 6 mois et forment des clôtures très résistantes. Si on sème la graine, il faut, pour obtenir le même résultat, attendre 18 mois à 2 ans.

A Madagascar, on le rencontre en peuplement dans les provinces de l'Est et plus souvent encore dans les plaines sèches de l'Ouest. Au pays du Schanakal, dans un ter-

(1) J. SACK. Untersuchung des Wachses auf der Rinde von *Jatropha Curcas*. *Chem. Centralbl.*, 1906, I, p. 1106.

rain frais et relativement riche, un pied normalement développé couvre une surface d'une dizaine de mètres carrés. La floraison se fait en janvier, les fruits sont mûrs à la fin d'avril, les feuilles tombent en juillet et réapparaissent en septembre. Adulte à 5 ans, un pied de *J. Curcas* peut vivre plus de 50 ans (1).

Au Dahomey (2), où le *J. Curcas* est particulièrement commun et vigoureux, les indigènes le rabattent avec des hachettes, ce qui facilite la récolte des graines, et, malgré la grande quantité de latex ainsi perdu, l'arbuste supporte bien ces meurtrissures.

La maturation progressive est analogue à celle du Ricin, mais donne deux récoltes principales par an. Les fruits mûrs sont exposés au soleil quelques jours afin de faciliter l'extraction des graines.

Aux Iles du Cap-Vert, l'une des principales régions où la culture de cette plante est prospère, 8.000 hectares de terrain sont ainsi employés et donnent une production variant entre 400 et 1.200 kilogrammes de graines à l'hectare (3).

A Madagascar, au contraire, le *J. Curcas* n'est guère récolté, mais on estime qu'un pied adulte fournit par an 4 à 5 kilogrammes de graines.

Il est intéressant de signaler, en terminant, les parasites qui s'attaquent quelquefois aux pieds de *J. Curcas*.

(1) Indications fournies par M. le Directeur de la station agricole d'Ambatondrazaka et aimablement transmises par M. Edmond FRANÇOIS, Directeur du Jardin d'essais de Tananarive.

(2) Indication fournie par M. HOUARD, alors Inspecteur général de l'Agriculture au Dahomey.

(3) J. C. DA SILVEIRA. Contribution à l'étude du Pulghère. Communication présentée au Congrès international d'agriculture tropicale, Paris, juillet 1931.

Ainsi, de Guinée française, nous avons reçu des échantillons d'herbier dont certaines feuilles étaient dévorées par un insecte du genre *Zonocirus*, alors que d'autres portaient de larges taches brun jaunâtre occasionnées par les larves d'un microlépidoptère.

Les mêmes taches ont été aussi observées par nous sur des feuilles venant du Cameroun.

M. Ed. FRANÇOIS nous signale qu'à Madagascar le *J. Curcas* est parasité d'une façon courante par un Insecte et un Champignon.

Il y a peut-être un rapport entre ces parasites et la « pourriture grise » étudiée par H. GODFREY sur le Ricin et les *Jatropha* et qui serait due à un *Botrytis* (1).

Cependant, à Java, on appelle *Phytophthora Jatrophae* le parasite que l'on rencontre sur le *Jatropha*. MAUBLANC et BARAT (2), étudiant à La Réunion une nouvelle maladie de la vanille, trouvent qu'elle serait due à un *Phytophthora* très voisin du précédent et se demandent si même il ne serait pas identique, le *J. Curcas* servant de tuteur à la vanille.

**Usages.** — L'utilisation pratique de cet arbuste, qui produit facilement et en grande quantité des graines oléagineuses, semble tout indiquée ; toutefois, ces graines en général non récoltées, ne font pas à l'heure actuelle, comme on le verra plus loin, l'objet d'un trafic bien important.

(1) G. H. GODFREY. Pourriture grise du Ricin, Aubergine, Jatropha, Manioc et Euphorbia pulcherrima. *Rev. Bot. Appl.*, Paris, 1923, 3, p. 849.

(2) MAUBLANC et BARAT. Une maladie nouvelle de la Vanille. *Agron. Col.*, 1928, 17, p. 77.

L'huile généralement extraite en Europe, fournit un savon dur estimé. On la considère, dans l'industrie de la savonnerie, comme équivalente à une huile d'arachide inférieure et son emploi dépend surtout de son prix de revient. Vers 1893, d'après SCOTT ELLIOT (1), Sierra-Leone exportait aux savonneries européennes de 15 à 18.000 tonnes par an d'huile de Curcas.

En Afrique occidentale française, les indigènes utilisent souvent l'huile de Curcas pour l'éclairage et la savonnerie. A cet effet, ils torréfient les graines, les pilent, les font bouillir avec de l'eau (2) et recueillent l'huile qui surnage.

Le vernis noir des Chinois, si apprécié en Europe et qui recouvre une foule d'ustensiles, s'obtenait autrefois en faisant bouillir cette huile avec de l'oxyde de fer (3).

L'arbuste a d'ailleurs des emplois multiples dans les pays d'origine ; d'abord, il est utilisé d'une manière générale comme tuteur vivant du Vanillier. Il sert couramment aussi à former des clôtures impénétrables autour des champs et des habitations ; les indigènes plantent à l'aide d'un pieu des branches très rapprochées qui, à la façon des Saules de nos pays, produisent aisément des racines.

Aux Iles du Cap-Vert, où la végétation arbustive est souvent clairsemée, on utilise le Purghère, non seulement pour faire des haies, mais pour boiser le bord

(1) SCOTT ELLIOT. Some economic plants of Sierra-Leone. *Pharm. Journ.*, London, 1893, **23**, p. 1027.

(2) P. AMMANN. Le Pignon d'Inde. *Bull. mens. de l'Ag. Econ. A. O. F.*, 1925, p. 59 ; *Ann. de la Droque*, Paris, 1926, n° 50, pp. 8-11.

(3) D'après le Dr REEVEL, de Canton. *J. Chim. méd.*, 1827, **3**, p. 556.

des chemins en l'absence d'un meilleur revêtement forestier (1).

**Emplois thérapeutiques.** — L'huile extraite des graines de *J. Curcas* passe pour *purgative à faible dose*. Son action physiologique se différencie nettement de celle de l'huile de Croton, car elle n'est pas *rubéfiante* ; elle se rapprocherait plutôt de celle de l'huile de Ricin. Aucune étude systématique n'a d'ailleurs été réalisée à son sujet. Sous le nom « d'huile de Ricin anglaise » on employait beaucoup autrefois, comme purgatif, en Amérique et aux Antilles, un mélange d'huile de Ricin et d'huile de *J. Curcas* (2).

Ingérée à de plus fortes doses, l'huile devient toxique et l'on s'est souvent étonné de n'avoir jamais rencontré d'intoxication accidentelle lors de l'utilisation industrielle du produit.

Les différents organes du *J. Curcas* fournissent d'ailleurs depuis fort longtemps, en médecine indigène, toute une série de médicaments réputés pour la guérison des maux les plus divers !

Ainsi, les indigènes utilisent non seulement les graines et l'huile pour leurs propriétés purgatives, mais surtout les feuilles, l'écorce de racine et le latex.

L'huile est employée très généralement en applications externes dans les cas d'herpès, de rhumatismes chroniques, ulcères, gale, blessures, etc... (3).

(1) J. C. DA SILVEIRA. *Loc. cit.*

(2) R. P. DÜSS. Flore phanérogamique des Antilles françaises. *Ann. Inst. Col.*, Marseille, 1896, **3**, pp. 26-27.

(3) W. AINSLIE. *Materia medica of Hindoostan*. Madras, 1813, p. 73.

L'écorce de racine répond aux mêmes usages mais elle est spécialement réservée au traitement des rhumatismes (1).

Les feuilles, suivant les régions, sont utilisées comme rubéfiantes et en application sur la peau contre les névralgies (1), sur le ventre contre le ver de Guinée (Rapport de M. HOUARD), sur la poitrine (en nombre impair déterminé) (2) pour faire sécréter le lait des femmes ; en décoction, elles jouissent plus spécialement de cette dernière propriété (1).

Les tiges et feuilles macérées dans l'eau constituent une tisane purgative et surtout diurétique fréquemment utilisée.

Le latex (3) qui s'écoule abondamment des branches à la moindre blessure tache fortement les vêtements ; il est employé frais pour arrêter les hémorragies. C'est un calmant et un hémostatique très apprécié, car il forme sur la peau une mince couche analogue au collodion. Il a été injecté frais dans une dilatation variqueuse, par le Dr EVERS qui a été très surpris de la rapide guérison ainsi réalisée [d'après DYMCK (1)].

Les indigènes se servent peu des graines, sauf toutefois comme purgatif drastique, à la dose de deux ou trois semences. Ils les croquent telles quelles après décortication ou bien les écrasent dans du lait (4) ou les mélangent à divers ingrédients.

(1) W. DYMCK. *Loc. cit.*

(2) L'HERMINIER. Histoire médicale des Antilles. *J. de Pharm.*, Paris, 1817, 3, p. 461.

(3) K. M. NADKARNI. The Indian Materia medica, Bombay, 1927, p. 483.

(4) A. BAZIRE. Notice sur plusieurs substances apportées du Guatemala. *Journ. Ph.*, Paris, 1834, 20, p. 522.

## CHAPITRE II

### ÉTUDE DE LA GRAINE

**Description.** — Les graines de *J. Curcas* sont ovales allongées, de forme analogue à celles de Ricin, mais généralement plus grosses (Pl. I, fig. 6 et 7).

Leur surface externe est noire, sillonnée de nombreuses taches jaunâtres. La *section transversale* est ovale, à peine anguleuse sur la face ventrale et le bord est arrondi.

A la partie supérieure, on remarque une *caroncule* bilobée rougeâtre, peu visible sur la graine sèche.

Le *tégument* est très dur et sa cassure nette, régulière. En dessous, une *pellicule blanche*, nacrée, recouvre l'*amande* blanchâtre qui est formée d'un volumineux *albumen huileux* contenant l'*embryon conique* pourvu de deux larges *cotylédons* foliacés et plats.

L'*odeur* est nulle, la *saveur* douceâtre et oléagineuse, puis âcre.

**Germination.** — L'étude en a été faite à Nancy par MAILLOT (1) avec des graines importées à Marseille.

Placées dans de la mousse humide, les graines mirent 3 semaines pour germer ; le tégument résiste longtemps,

(1) Et. MAILLOT. Étude comparée du Pignon et du Ricin de l'Inde. *Thèse Dipl. Pharm.*, Nancy, 1880.

puis éclate, la radicule s'échappe, se recourbe et s'enfonce dans le sol presque à angle droit.

Il apparaît ensuite quatre radicelles, l'axe hypocotylé se redresse et continue à grandir ; quant aux cotylédons, ils restent enfouis à l'intérieur de la graine, appliqués contre l'endosperme huileux qu'ils absorbent.

Pendant la germination, l'albumen entre en activité, donne de nouvelles cellules et s'accroît environ de cinq fois son volume primitif. Les cotylédons grandissent aussi considérablement, se froissent, puis sortent lentement de la graine réduite à ses enveloppes.

A ce moment, l'axe hypocotylé mesure 8 centimètres de haut et la première feuille de la gemmule est formée ; les cotylédons se fanent ensuite et tombent. Dès lors, l'accroissement de la tige se fait normalement en sym-pode.

La tige est creuse, lisse, formée par une série d'entrenœuds rapprochés ; au niveau de ceux-ci se développent une feuille et un bourgeon axillaire.

Des graines de *J. Curcas* provenant du Portugal n'ont mis que 8 jours à germer dans les serres de la Faculté de Pharmacie et, dans le courant de la deuxième année, les arbustes avaient atteint une hauteur de 75 centimètres.

**Composition.** — L'analyse des graines de *J. Curcas* a été successivement réalisée par la plupart des auteurs qui ont étudié l'huile. Les résultats sont assez comparables, étant données les différences pouvant exister entre les divers échantillons ou les méthodes employées pour examiner ceux-ci.

La graine de *J. Curcas* comprend 33 à 39 % de *tégument* pour 67 à 61 % d'*amande*. Elle renferme de l'eau,

des *matières grasses*, *albuminoïdes*, *résineuses*, *sucrées*, *colorantes*, de la *cellulose* et du *tanin*.

Voici, à titre d'exemple, une analyse faite par GRIMM (1), en 1921, des graines entières, téguments, amandes et tourteaux :

|                       | Graine<br>entière | Téguments | Amandes | Tourteaux |
|-----------------------|-------------------|-----------|---------|-----------|
| Teneur en eau . . .   | 6,65 %            | 7,32 %    | 6,25 %  | 6,31 %    |
| Cendres . . . . .     | 4,48              | 4,55      | 4,44    | 8,64      |
| Matière organique . . | 88,87             | 87,93     | 89,29   | 83,13     |
| Mat. protéique brute  | 15,42             | 5,03      | 24,79   | 48,3      |
| Mat. grasse brute (2) | 30,8              | 2,4       | 48,16   | 0,18      |
| Cellulose . . . . .   | 20,93             | 59,3      | 1,46    | 2,71      |
| Autres substances . . | 21,8              | 21,12     | 14,9    | 34        |

Une autre analyse un peu plus sommaire, publiée par P. AMMANN (3), se rapporte à des graines récoltées en 1922 en différentes régions de la Côte d'Ivoire. Elle nous montre que la composition varie peu suivant les contrées d'origine.

| Amande             | Petit Alépé |        | Bingerville          |                                 |                       |
|--------------------|-------------|--------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|
|                    | N° 1        | N° 2   | récoltées<br>humides | récoltées<br>mûres et<br>sèches | Cercle<br>d'Agboville |
| Eau . . . . .      | 5,48 %      | 4,04 % | 6,22                 | 5,84                            | 7,6                   |
| Cendres . . . . .  | 3,9         | 4,26   | 4,34                 | 4,36                            | »                     |
| Matières grasses.  | 56,32       | 59,38  | 49,54                | 51,96                           | 49,2                  |
| Graine             |             |        |                      |                                 |                       |
| Matières grasses : | 36,19       | 37,83  | 31,83                | 32,52                           | 31,1                  |

(1) C. GRIMM. Ueber das fette Oel der Samen von *J. Curcas*. *Zeitsch. d. d. Oel- und Fett-Industrie*, Berlin, 1921, pp. 513-515.

(2) On verra par la suite que les teneurs en huile déterminées par nos soins sont plus élevées, elles varient de 50. à 58 % du poids de l'amande.

(3) P. AMMANN. *Loc. cit.*

Parmi les matières albuminoïdes contenues dans la graine, on trouve 1,11 % d'une substance soluble très toxique, la *curcine*.

La graine renferme en outre une lipase ou ferment saponifiant les matières grasses, détruite par la chaleur, mais ce ferment est moins énergique que celui contenu dans les grainés de Ricin.

**Toxicité.** — Cette graine, de saveur d'abord douce et agréable, tente la gourmandise comme le feraient dans nos contrées les noisettes ; mais une âcreté insidieuse devient vite insupportable, elle produit une constriction de la gorge et de l'œsophage, prélude de vomissements aussi violents que nombreux suivis d'une diarrhée profuse. Ces symptômes disparus, le malade demeure considérablement abattu pendant plusieurs jours.

On relève ainsi, dans les annales de la toxicologie, de nombreux cas d'empoisonnements accidentels causés par l'ingestion de ces graines, ce qui, joint aux expériences personnelles des chercheurs, nous renseigne très exactement sur la constance des malaises éprouvés.

On a d'abord admis que le principe toxique se trouvait localisé dans une partie déterminée de la graine ; ainsi BOYLE le situe dans l'embryon et DESCOURTILZ, dans sa *Flore des Antilles*, raconte comment les indigènes sont friands de cette graine et la mangent sans danger une fois l'embryon retiré. Mais BANCROFT (*Flore de la Guyane*) assure, après expérience personnelle, que le principe toxique se trouve dans le tégument propre des graines, tandis que PISON recommande de les torréfier

après les avoir dépouillées de leur pellicule, afin d'adoucir leur âcreté (1).

E. SOUBEIRAN (2) ayant mangé, ainsi qu'un de ses amis, chacun une amande privée de l'embryon, furent pris tous les deux, au bout d'une demi-heure, de vomissements violents, puis de diarrhée et restèrent malades plusieurs jours.

ARNAUDON et UBALDINI (3) éprouvèrent, après ingestion de une et deux graines, les mêmes malaises.

ROBERT (4) raconte l'histoire d'un étudiant de l'Université de Dorpat qui se délecta de quinze à vingt amandes, leur trouvant un goût fort agréable. Il eut, une demi-heure après, de violents vomissements (quinze en une heure) puis une forte diarrhée et demeura plusieurs jours très abattu.

LIPPMAN (5) nous renseigne avec un grand luxe de détails sur l'empoisonnement survenu à deux ouvriers de Hambourg. Ayant faim, ils mangèrent chacun trente à quarante graines trouvées sur les quais du port; on dut les soigner 10 jours à l'hôpital, et l'intoxication simulait une véritable attaque de choléra avec hypothermie, etc...

(1) J. ROQUES. *Phytographie médicale*, 1835, Paris, Cormon et Blanc, édit., 3, p. 335.

(2) E. SOUBEIRAN. Sur les semences de quelques Euphorbiacées. *J. Ph.*, 1829, 15, pp. 501-519.

(3) ARNAUDON et UBALDINI. *J. Curcas* et huile qu'il contient. *Monit. Sc. de Quesneville*, 1893, 41-42, pp. 447-449.

(4) R. ROBERT. On the toxic constituents of *J. Curcas*. *Bull. of Pharm.*, 1893, 7, p. 200-204.

(5) LIPPMAN. Zwei Fälle von schweren Vergiftung durch Curcasnüsse. *Med. Klinik.*, 1913, 9, p. 500.

Au Havre, en 1923, LOIR et LEGANGNEUX (1) décrivent un empoisonnement collectif semblable. Des ouvriers ayant ingéré quinze à vingt amandes furent très sérieusement malades pendant plusieurs jours.

M. le Professeur Em. PERROT a signalé, dans son Cours, un cas d'intoxication grave qu'il tient de l'observateur lui-même. Ce dernier, colon au Gabon, voulant se purger, mangea vingt-quatre graines de *Curcas* ; il fut pris rapidement de nausées, puis de vomissements qui éliminèrent une partie des graines, suivis d'une diarrhée intense avec souffrances atroces, émission de sang, refroidissement des extrémités, prostration. Après l'ingestion d'une grande quantité de café chaud, les vomissements s'arrêtèrent ; petit à petit les autres troubles disparurent, mais l'intoxiqué resta malade plus d'une semaine.

On cite aussi de nombreux cas d'empoisonnements accidentels survenus à des animaux : troupeaux bovins, sangliers, porcs, etc... Les chiens sont particulièrement sensibles ; c'est ainsi qu'ORFILA fit périr en 10 heures plusieurs chiens avec des doses de 1 à 3 gros de cette graine (2) (4 à 12 grammes).

Pour étudier la *toxicité de la graine de J. Curcas*, il faut nécessairement séparer l'*huile*, — dont l'action physiologique est spéciale, — du *tourteau déshuilé*. La présence dans ce dernier d'un principe toxique particulier se rattachant au groupe des toxalbumines apparaît alors.

Le premier auteur de cette remarque est STILL-

(1) LOIR et LEGANGNEUX. Cas d'empoisonnement au Havre par des graines de *Jatropha Curcas*. *Bull. Ac. Médéc.*, 1923 (3<sup>e</sup> s.), 90, p. 160.

(2) ORFILA. *Traité de Toxicologie*. Paris, 1852, Labé, édit., 2, p. 122.

MARCK (1). Celui-ci avait découvert la *ricine* et la *cro-tine* ; il montra, comme conclusion, par une seule expérience faite sur le chat, que la graine de *J. Curcas* déshuillée contenait un principe toxique semblable aux deux précédents.

En 1893, A. SIEGEL (2), dans une Thèse présentée à l'Université de Dorpat, se consacre plus spécialement à ce poison ; il l'appelle la *curcine*, cherche les meilleures méthodes pour l'isoler complètement de ses solutions (par dialyse), étudie ses propriétés chimiques, sa toxicité (chat, volailles) et la façon dont elle se comporte vis-à-vis des vaisseaux sanguins, par des expériences remarquables faites sur des coqs. La crête de cet animal devient en effet noire et « se gangrène comme dans l'empoisonnement par l'acide sphacélique » (ergotinine impure). Finalement, il conclut que la curcine est une toxalbumine qui agirait surtout sur la formation de la fibrine dans le sang, la supprimant pour de faibles doses, tandis que de plus fortes doses accéléreraient sa production. Il en résulterait des coagulations intravitales aboutissant à des obstructions et déchirures des vaisseaux sanguins.

J. FELKE (3), en 1913, présente un dernier travail intéressant sur la curcine. Ses conclusions sont les mêmes que celles de SIEGEL quant à la manière incomplète dont la curcine est précipitée de ses solutions par les sels neutres (sulfate d'ammonium et de magnésium, sels de

(1) STILLMARCK. Ueber Ricin. *Arbeit. des Pharm. Inst. zu Dorpat*, 1889, 3, p. 149.

(2) A. SIEGEL. Ueber die Giftstoffe zweier Euphorbiacen. *Thèse*, Dorpat, 1893, p. 55.

(3) J. FELKE. Ueber die Giftstoffe der Samen von *J. Curcas*. *Landw. Vers. Stat.*, 1913, 82, pp. 427-467.

plomb) et par l'alcool, sa facile destruction par les acides et la chaleur ; mais la dialyse ne le satisfait plus et il donne une nouvelle méthode de précipitation de la curcine par le chlorure de sodium. Il ne reprend pas les expériences de SIEGEL sur les coqs, mais étudie seulement l'action de la curcine sur les globules sanguins de différentes espèces animales ; contrairement à la ricine, celle-ci ne présente aucune action. Elle coagule cependant très rapidement le sang non défibriné, ce qui détermine FELKE à attribuer lui aussi une nature albuminoïde à cette substance.

Dans un Mémoire présenté en 1929 (1) en vue de l'obtention du Prix MENIER, nous avons étudié, uniquement pour le localiser, le principe toxique des graines de *J. Curcas*, par quelques expériences faites sur le cobaye. Cet animal, malgré l'opinion de certains auteurs, est réfractaire à l'action toxique et purgative de l'huile, alors qu'il se montre au contraire très sensible au principe nocif contenu dans le tourteau déshuilé. D'après nos constatations, on se trouve en présence d'une phytotoxine, uniformément répartie dans l'amande et l'embryon, mais absente dans les téguments.

La dose toxique apparaît sensiblement la même (3 grammes d'amandes déshuilées par kilogramme d'animal) que celle trouvée par SIEGEL sur le chien (3 grammes) et FELKE sur le lapin (2 à 3 grammes).

Toutefois, ces auteurs ainsi que STILLMARCK injectaient leurs différents liquides extractifs alors que nous

(1) M<sup>lle</sup> S. DROIT. Prix Menier. Manuscrit déposé à la Bibliothèque de la Faculté de Pharmacie de Paris.

avons toujours fait ingérer au sujet, à l'aide d'une pipette, le tourteau brut émulsionné.

**Exportation.** — Les graines de purghère arrivent en France en faible quantité, venant surtout de deux régions. D'abord de Madagascar et ses dépendances (Iles Comores), seule colonie française qui exporte des graines de *J. Curcas* ; on a enregistré 1.756 tonnes en 1926 (1). En 1929, le montant total des envois, tous à destination de la France, s'est élevé à 1.675 tonnes contre 1.000 tonnes en 1928 (2).

Prix des 100 kilogrammes à Marseille en 1929 : 118 à 122 francs (3).

Pour une petite partie seulement des Iles du Cap-Vert dont le purghère représente une des principales productions (la seconde après le caféier), Lisbonne reçoit depuis de nombreuses années et d'une façon constante, une moyenne de 3.000 tonnes de graines par an, au prix moyen de £ 10 la tonne (4).

**Importation.** — Avant la guerre, Marseille recevait des pignons des Iles du Cap-Vert et des Comores ; en 1913, cette ville avait importé 12.080 quintaux de graines, chiffre exceptionnel par rapport à celui des années précédentes, l'importation annuelle normale ne dépassant pas à cette époque 500 à 600 tonnes ; la graine de *J. Curcas*

(1) ANONYME. Le pourguerre au Sénégal. *L'Agr. Col.*, Paris, 1928, p. 24.

(2) Ed. FRANÇOIS. *Bull. Ag. Gén. Col.*, Paris, 1931, 24, p. 258.

(3) Ed. FRANÇOIS. Importation du Pignon d'Inde à Madagascar. *Bull. Econ. Madag.*, 1930, n° 40, p. 25 ; 1931, n° 60, p. 26.

(4) J. DA SILVEIRA. *Loc. cit.*

valait alors 17 à 25 francs les 100 kilogrammes sur quai (1).

En 1917, un millier de tonnes ont été importées à Marseille (2).

L'importation des graines se fait d'ailleurs exclusivement à Marseille ou au Havre.

**Emploi.** — Les graines de *J. Curcas* ne sont récoltées qu'en vue de l'extraction de leur huile.

Les *tourteaux*, dont on connaît la toxicité, ne peuvent servir d'aliments pour le bétail, mais ils constituent, comme ceux de Ricin, un engrais excellent. Leurs propriétés fertilisantes ont été utilisées notamment au moment de la reconstitution des vignes phylloxérées, à la dose de 1 kilogramme par pied (3).

L'étude des caractères extérieurs et l'examen microscopique, si importants pour déceler les falsifications possibles d'autres tourteaux plus riches en principes azotés, ont aussi été effectués d'une façon très complète (3).

Voici leur composition moyenne (4) :

Azote, 3,2 % ; Phosphore ( $P^{2}O^{5}$ ), 1,4 % ; Potasse ( $K^{2}O$ ), 1,2 % ; Soude ( $Na^{2}O$ ), 0,21 % ; enfin 0,13 % de Cl et 0,08 % de  $SO^{2}$ .

(1) F. HEIM et RULLIER. Recherche sur le principe toxique de la graine et de l'huile de Pignon d'Inde. *Bull. Off. Col.*, 1919, 12, pp. 96-110.

(2) H. JUMELLE. Huile de *J. Curcas*. *Ann. du Musée Col.*, Marseille, 1917, 5, p. 58.

(3) E. COLLIN et Em. PERROT. Les résidus industriels. Paris, 1904, A. Joanin et C<sup>ie</sup>, édit. ; *Pignon d'Inde ou Purgère*, pp. 129-132.

(4) ANONYME. Fixed oil of *J. Curcas* seeds. *Bull. of the Imp. Inst.*, London, 1921, 19, n° 3, p. 288.

Les cendres du tourteau (5,6 %) donnent un engrais concentré de valeur, car il renferme 25,7 % de  $P^2O^5$ , 20,7 % de  $K^2O$ , 3,8 % de  $Na^2O$ , 2,4 % de  $Cl$  et 1,5 % de  $SO^2$ .

**Déterminations faites sur quelques échantillons de graines.** — Le laboratoire de Matière médicale, qui réunit dans son Musée une si riche collection d'échantillons de drogues végétales, nous a fourni plusieurs lots importants de graines de *J. Curcas* dont suit la provenance : d'abord de différentes régions de l'Afrique occidentale et équatoriale françaises et de Madagascar ; un envoi expédié de Lisbonne contenait des graines probablement originaires des Iles du Cap-Vert ; enfin nous avons reçu de nombreux échantillons moins importants de fruits mûrs et de graines choisies, provenant, soit d'espèces cultivées (graines du Jardin botanique de Ségou), soit de variété différente (variété verte du Dahomey).

Ces graines, recueillies en 1929 et 1930, étaient toutes en excellent état de conservation, sauf les échantillons du Cameroun, légèrement moisies à cause de leur emballage insuffisant.

Pour chaque échantillon, nous avons déterminé :

1° La *densité*, c'est-à-dire le poids des graines convenablement tassées contenues dans une fiole jaugée de 1 litre ;

2° Le *poids moyen d'une graine*, c'est-à-dire le nombre de graines dans 100 grammes de semences ;

3° Les *dimensions des graines* de chaque échantillon obtenues en faisant la moyenne des déterminations effectuées à l'aide d'un pied à coulisse, sur dix graines prises au hasard ;

4° La *proportion d'amande et de coque* de chaque échantillon de graine (voir extraction de l'huile);

5° La *proportion d'huile* contenue dans la graine décor-tiquée.

| Provenance<br>des graines                               | Poids<br>de<br>1 litre<br>de<br>graines<br>(gr.) | Poids<br>d'une<br>graine<br>(gr.) | Dimensions<br>(mm.) |         |           | Quantité<br>(%) |         |       |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------|-----------|-----------------|---------|-------|
|                                                         |                                                  |                                   | Longueur            | Largeur | Épaisseur | Coques          | Amandes | Huile |
| Portugal . . . .                                        | 470                                              | 0,671                             | 176,9               | 111,7   | 88,5      | 37,5            | 62,5    | 50    |
| Dahomey . . . .                                         | 495                                              | 0,722                             | 180,1               | 114,5   | 88,2      | 33,3            | 66,6    | 54,5  |
| Cameroun (Envoi<br>Coste) région d'E-<br>bolowa . . . . | 442                                              | 0,658                             | 171,6               | 112,1   | 86,1      | 37              | 63      | 58    |
| Cameroun (Envoi<br>du Gr Marchand) .                    | 479                                              | 0,688                             | 176,2               | 112,6   | 91,5      | —               | —       | —     |
| Madagascar . . .                                        | 489                                              | 0,669                             | 177,7               | 106,4   | 92,8      | 32              | 68      | 55    |
| Madagascar (Amba-<br>tondrazana) fruits<br>mûrs . . . . | —                                                | 0,709                             | 176,9               | 112,0   | 87,3      | —               | —       | —     |
| Soudan (jardin bot.)                                    | 510                                              | 0,713                             | 171,6               | 113,3   | 83,1      | —               | —       | —     |
| Dahomey (var. verte).                                   | —                                                | 0,865                             | 193,2               | 116,2   | 91,6      | —               | —       | —     |

Le tableau précédent montre tout d'abord la faible variation des dimensions et du poids des graines, malgré les pays très différents où elles ont été recueillies.

Les graines de la « variété verte » mises à part, car elles sont nettement plus grosses que les autres, ainsi que celles provenant du Jardin botanique de Ségou, on voit que :

*Le poids de l'hectolitre de graine varie entre 44 et 49 kilogrammes.*

*Le poids de la graine varie entre 0 gr. 65 et 0 gr. 72.*

*La proportion de coque dans la graine entière, de 32 à 38 %.*

*La proportion d'amande dans la graine entière, de 62 à 68 %.*

*La proportion d'huile dans la graine décortiquée, de 50 à 58 %.*

---

### CHAPITRE III

#### ÉTUDE HISTOLOGIQUE DE LA GRAINE DE *JATROPHA CURCAS* L.

##### *I. — Origine et développement du tégument séminal.*

L'ovule, qui est anatrophe, est pourvu, comme chez toutes les Euphorbiacées d'ailleurs, de deux téguments recouvrant un nucelle relativement peu développé et, de bonne heure, complètement résorbé (Pl. II, fig. 2).

Dans l'ovule adulte, le tégument externe possède dix à douze assises cellulaires ; le tégument interne en offre un beaucoup plus grand nombre et atteint une épaisseur au moins trois fois plus considérable que celle de l'enveloppe externe. Chacun de ces téguments est parcouru par un certain nombre de faisceaux libéro-ligneux et de laticifères que nous retrouverons dans le tégument séminal de la graine mûre (Pl. II, fig. 3).

Dans la suite du développement, le tégument externe concourt tout entier à la formation du tégument séminal, tandis que le tégument interne subit une résorption très marquée de sa région profonde (Pl. II, fig. 4 et 5).

La première et la dernière assises du tégument externe se caractérisent de bonne heure par l'allongement radial de leurs cellules qui se sclérifient dans la suite.

Si le tégument interne offre une réduction très grande du nombre de ses assises cellulaires primitives, il n'en

présente pas moins un très grand développement du fait de l'allongement considérable, en sens radial, de son assise externe.

## II. — Structure de la graine.

**Tégument séminal.** — En section transversale, l'enveloppe séminale du *Jatropha Curcas* offre les particularités suivantes (Pl. III, fig. 1).

L'assise épidermique est formée de cellules, à paroi épaissie extérieurement, à contenu brunâtre et allongées en palissade. En de nombreuses régions, cette assise forme des sortes d'anfractuosités (Pl. IV, fig. 2 et 3) qui provoquent les taches blanches dont la surface de la graine est parsemée.

Ed. MAILLOT (1), qui les a observées dans le Pignon d'Inde et le Ricin, les considère comme des ouvertures résultant de la chute de poils.

D'après PLANCHON et COLLIN (2), ces taches, qui paraissent à la loupe comme autant de fentes ou de craquelures microscopiques, ne seraient pas dues à la dessiccation ni à un déchirement, mais doivent être vraisemblablement attribuées à des chambres stomatiques.

L'étude, que nous avons poursuivie, du développement des téguments ovulaires nous amène à donner, de ces taches blanches, sortes de pertuis, l'explication suivante (Pl. IV, fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13).

Par places, les cellules de l'assise épidermique ne

(1) Ed. MAILLOT. Étude comparée du Pignon et du Ricin de l'Inde. *Thèse Dipl. Pharm.*, Nancy, 1880.

(2) G. PLANCHON et E. COLLIN. Les drogues simples d'origine végétale. Paris, Doïn, édit., 1895, I, p. 329.

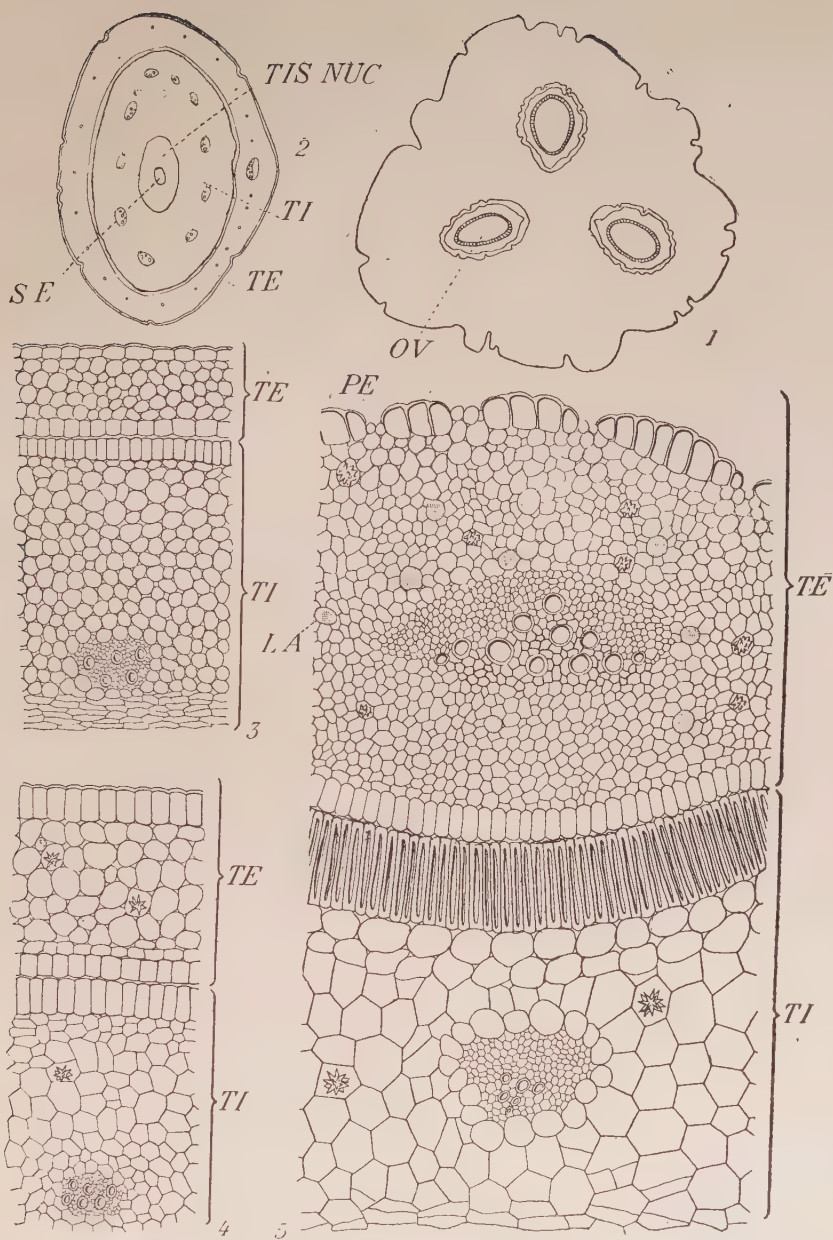


PLANCHE II

1. Coupe transversale de l'ovaire (gros 6 fois). — 2. Coupe transversale de l'ovule (gros. 24). — 3, 4 et 5. Section du tégument séminal, à trois stades différents.

OV, ovule. — TIS NUC, tissu nucellaire. — SE, sac embryonnaire. — TE, tégument externe. — TI, tégument interne. — PE, pertuis. — LA, laticifères.

s'accroissent pas en hauteur, conservent leur membrane très mince et ne se remplissent pas de matière colorante. Ce sont ces cellules qui, vues de face, arrondies et environnées de méats constituent ces plages plus ou moins grandes que bordent les éléments cellulaires voisins fortement colorés et à parois épaissies.

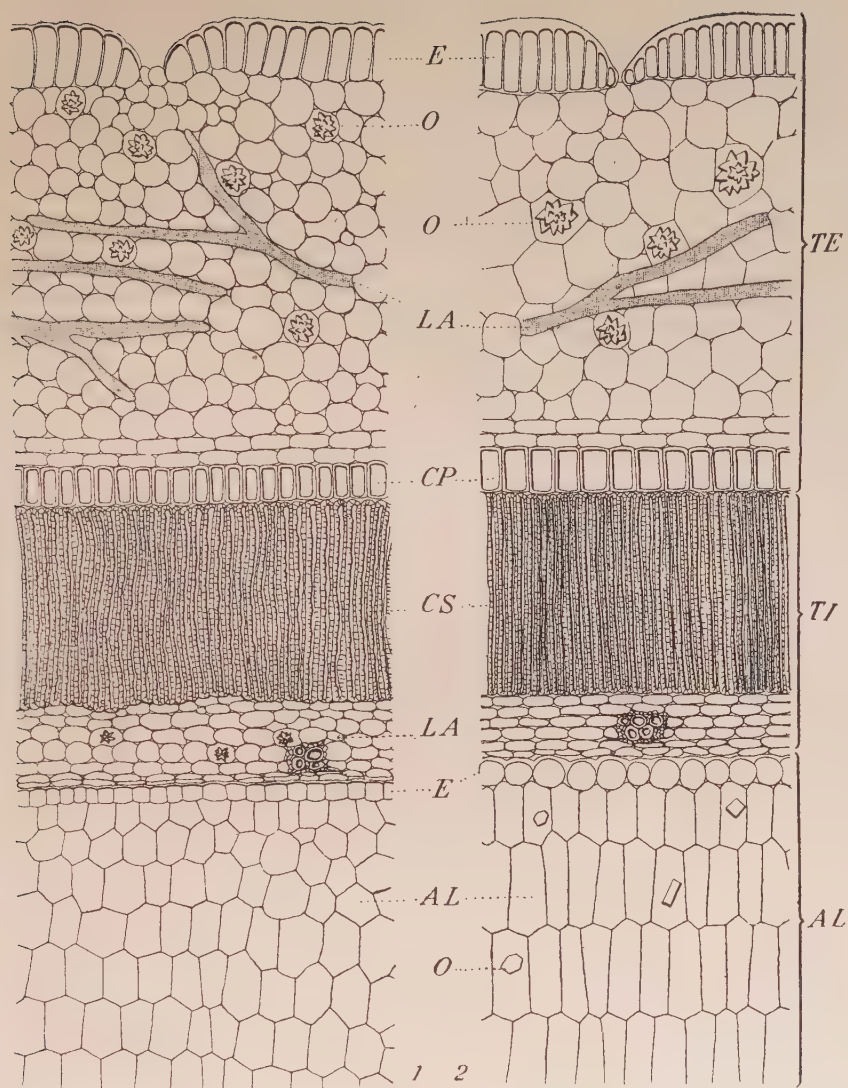
S'il ne s'agit pas là de stomates, il n'en demeure pas moins que ces plages, auxquelles sont dues les taches blanches en question, peuvent permettre, en raison de la structure des cellules qui les composent, l'échange gazeux entre l'intérieur de la graine et le milieu ambiant, en jouant ainsi un rôle analogue à celui des lenticelles.

Sous l'épiderme (Pl. III, fig. 1), le tégument est parcouru par d'assez nombreux laticifères, fortement allongés et ramifiés (1). Les cellules renferment assez fréquemment de l'oxalate de calcium, sous forme de macles. Le faisceau libéro-ligneux du raphé s'y montre particulièrement développé.

La dernière assise du tégument externe est formée de cellules allongées, sclérifiées.

L'assise sous-jacente, qui dérive de la première assise du tégument ovulaire interne est constituée par de longues cellules en palissade, à paroi très épaisse, à cavité très réduite, occupant, dans l'ensemble, environ le tiers de l'épaisseur de l'enveloppe de la graine. Elles sont

(1) La présence de laticifères dans le tégument de la graine est un fait assez rare ; cependant V. PAYRAU en a trouvé dans les enveloppes séminales des graines de *Strophanthus* (Recherches sur les *Strophanthus*. Paris, 1900, *Thèse Doct. Pharm.*) et SPIRE chez les Apocynacées (Contribution à l'étude des Apocynacées. Paris, 1905, *Thèse Doct. Sc., Trav. du Lab. de Mat. Méd. Fac. Pharm.*) ; ils ont également signalé l'existence de laticifères vrais dans le tégument séminal.



### PLANCHE III

1. Coupe transversale de la graine du *Jatropha Curcas* de Madagascar. —
2. Coupe transversale de la graine de la variété verte du Dahomey (Gross. 140 diamètres).

*TE*, tégument externe. — *TI*, tégument interne. — *AL*, Albumen. — *E*, épidermes. — *O*, macles et prismes d'oxalate de calcium. — *LA*, laticifères — *CP*, cellules en palissade (dernière couche du tégument externe). — *CS*, cellules scléreuses du tégument interne.

imprégnées d'un abondant pigment brunâtre. Par son très grand développement, cette assise contribue, dans une très large mesure, à la dureté du tégument séminal du *Jatropha Curcas*.

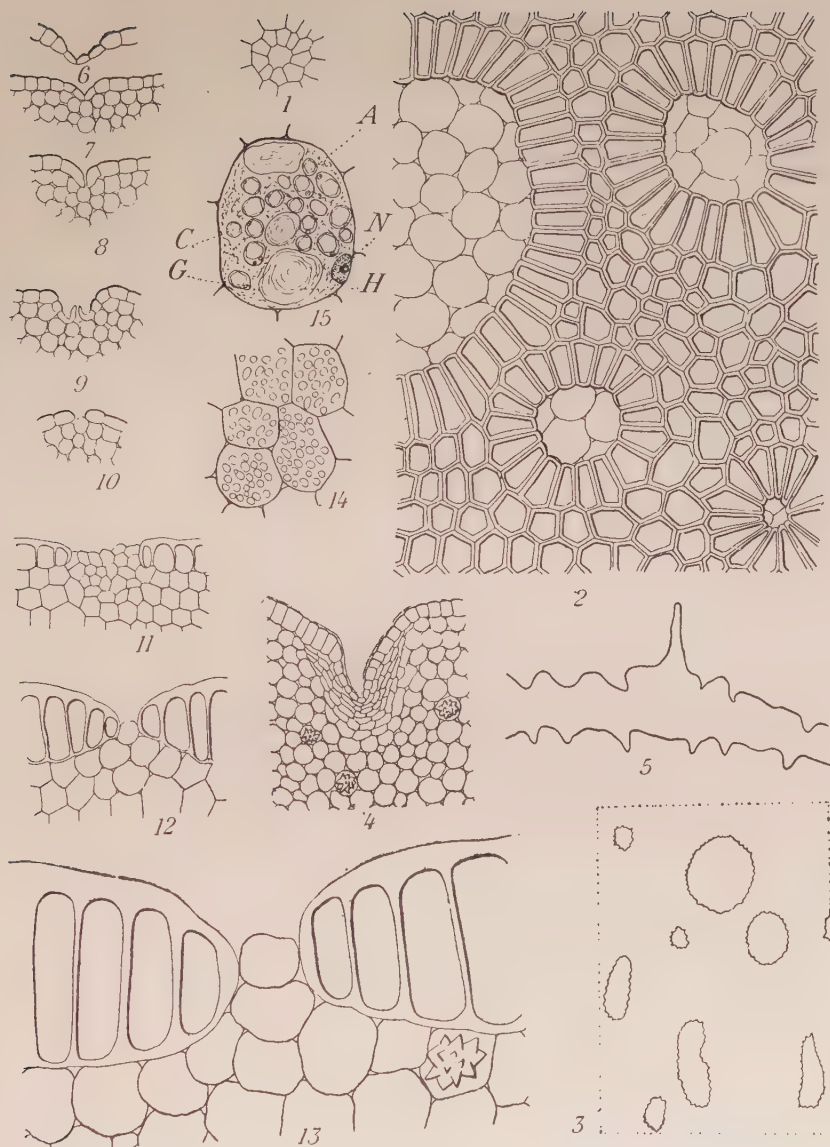
Les quelques assises de cellules sous-jacentes, restes du tégument ovulaire interne primitivement très épais, forment, à la surface de l'albumen, une mince pellicule blanchâtre que parcourent également d'assez nombreux laticifères et aussi, comme on l'a indiqué précédemment, des éléments conducteurs (1).

**Albumen.** — Bien développé, l'albumen est constitué par des cellules subhexagonales, isodiamétriques, à parois peu épaisses, renfermant de l'huile fixe (surtout visible au contact de l'eau) et de nombreux grains d'aleurone dans lesquels on distingue nettement un gros cristalloïde accompagné d'un ou deux globoïdes (Pl. IV, fig. 14 et 15).

### III. — Différences de structure entre les graines de la variété verte et celles de la variété type.

D'une façon générale, les différences de structure qui existent entre les graines de la variété à feuilles vertes et celles de la variété type sont peu marquées (Pl. III, fig. 1 et 2).

(1) La présence d'éléments vasculaires dans le tégument interne des ovules bitégumentés est plutôt exceptionnelle ; observée depuis longtemps chez les Euphorbiacées ; elle a été également mentionnée par M. P. GUÉRIN dans les Diptérocarpées (*Bull. Soc. Bot. France*, 1911, 58, p. 9).



#### PLANCHE IV

1. Pertuis de l'ovule très jeune vu de face. — 2. id. de la graine adulte (gross. 340 diam.). — 3. Répartition des pertuis à la surface de la graine (gross. 70 diam.). — 4. Un pertuis de l'épiderme de l'ovaire. — 5. La ligne supérieure indique la zone interne de la paroi de l'ovaire, l'épiderme de l'ovule est représenté par la ligne inférieure. — 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, figures montrant les différents stades de la formation du pertuis depuis l'ovule (6, 7, 8, 9) jusqu'à la graine adulte (13). — 14. Cellules de l'albumen avec ses grains d'aleurone (gross. 340 diam.). — 15. Une cellule de l'albumen : Noyau (N), aleurone (A) à globoïde (G) et cristalloïde (C); globule huileux (H) (Gross. 780 diam.).

L'ensemble des téguments présente la même épaisseur dans les deux variétés de graines, mais les cellules épidermiques de la variété à feuilles vertes sont plus hautes, plus étroites et couvertes d'une cuticule plus épaisse, tandis que les cellules scléreuses palissadiques paraissent plus étroites et possèdent des canalicules moins marqués que dans la variété ordinaire.

On trouve, dans l'albumen de la variété à feuilles vertes, quelques cristaux prismatiques d'oxalate de calcium ; nous n'en avons pas observé dans la graine de l'espèce type.

---

## DEUXIÈME PARTIE

### L'HUILE DE *JATROPHA CURCAS*

---

#### CHAPITRE I

##### HISTORIQUE

Les premiers chercheurs qui se sont consacrés à l'étude de l'huile de *Jatropha Curcas* paraissent avoir confondu les graines de cet arbuste avec celles du *Croton Tiglium* L. Elles étaient d'ailleurs réunies toutes deux à cette époque (1) sous les dénominations de « Ricin » ou « Pignon d'Inde » : l'une étant le gros Pignon d'Inde ou gros Ricin (*J. Curcas*), l'autre le petit. Néanmoins, on distinguait fort bien les deux graines l'une de l'autre, puisque celles de *Croton Tiglium* sont citées dans toutes les éditions du Codex tandis que les semences de *J. Curcas* ne figurent qu'aux éditions de 1818 et 1866.

Ainsi PELLETIER et CAVENTOU (2) qui, les premiers, se sont livrés à l'étude de ce qu'ils croyaient être l'huile

(1) LÉMERY. Dictionnaire universel des drogues simples. Paris, 1759, p. 747.

(2) PELLETIER et CAVENTOU. Essai analytique sur la graine du Médecinier cathartique, *Jatropha Curcas*. *J. de Pharm.*, 1818, 4, pp. 289-291.

de *J. Curcas*, ont appelé « *acide jatrophiue* » l'un des principes âcres qu'ils avaient isolés d'une huile rubéfiante et, par cela même, facilement identifiable à l'huile de *Croton*. Ils proposent cette huile dite de *Curcas*, comme susceptible de remplacer avantageusement la pommade épispastique au Garou.

Le Dr NIMMO, de Glasgow (1), au contraire, étudie l'huile de *Curcas* croyant avoir affaire à l'huile de *Croton*. Il est le premier à signaler la solubilité particulière de cette huile dans l'alcool; ce solvant lui permet en outre d'en extraire un principe toxique spécial qu'il appelle la « *tigline* ».

CADET DE GASSICOURT (2), dans un article paru en 1824 analysé successivement : la thèse de N. E. CONWEL, « Sur les propriétés médicales et l'emploi en médecine de l'huile de *Croton Tiglium* », puis celle de A. DE JUSSEU, sur « Les Euphorbiacées en général » et termine par une brève note résumant les recherches qu'il a effectuées sur une véritable huile de *J. Curcas*. Il s'étonne simplement, bien que ne suivant pas le même mode opératoire, de trouver des résultats très différents de ceux de PELLETIER et CAVENTOU.

Ayant épuisé les amandes mondées, par l'alcool à 36° (3) froid, puis bouillant, il obtient un liquide jaunâtre non homogène, qui se sépare, par le froid, en un important précipité de cristaux blancs. La colature jaune

(1) D'après SOUBEIRAN. Sur les semences de quelques Euphorbiacées. *J. de Ph.*, 1829, **15**, pp. 500-519.

(2) F. CADET DE GASSICOURT. Dissertation sur les Euphorbiacées. *J. de Pharm.*, Paris, 1824, **10**, pp. 170-178.

(3) Il s'agit vraisemblablement de degrés alcooliques CARTIER, ce titre correspondrait à de l'alcool à 90°.

surnameante est distillée après filtration ; elle fournit un résidu jaunâtre présentant tous les caractères d'une résine. CADET DE GASSICOURT l'appelle « *curcasine* » et la propose comme le principe purgatif des graines et de l'huile de *Jatropha Curcas*.

E. SOUBEIRAN (1) publie ensuite, en 1829, un mémoire important sur cette huile.

Après une description botanique exacte du *J. Curcas* et une étude des phénomènes de l'intoxication par les graines (une amande privée de l'embryon) et l'huile (1 gramme) qu'il avait ingérées personnellement, cet auteur reconnaît la présence dans l'huile d'un principe toxique particulier. Pour l'isoler, il s'arrête au mode opératoire suivant : les graines sont directement épuisées par l'alcool à la température de 35°. La solution obtenue abandonne, après distillation, un liquide jaune et une matière solide ; cette dernière seulement est purifiée par lavage avec de l'alcool, puis redissoute dans suffisamment d'alcool, la solution étant saturée ensuite par de l'eau de baryte. Les sels de baryum recueillis et desséchés forment une matière jaunâtre inodore et très âcre, de consistance un peu molle que SOUBEIRAN considère comme le principe toxique de l'huile et comme identique à la « tigline » de NIMMO.

Un peu plus tard, en 1854, J. BOUIS (2) se consacre plus spécialement à l'étude de la composition chimique de l'huile de *Jatropha Curcas*.

Le premier il indique l'action de la chaleur (formation

(1) D'après SOUBEIRAN. Sur les semences de quelques Euphorbiacées. *J. de Ph.*, 1829, **15**, pp. 509-519.

(2) J. BOUIS. Recherches sur l'huile de Médecinier. *C. R. Ac. Sc.*, 1854, **39**, pp. 923-927.

d'acroléine et d'acide sébacique), des acides azotique, sulfureux, sulfurique, etc..., sur cette matière grasse.

Ayant extrait les acides gras totaux de l'huile par saponification puis décomposition du savon formé par l'acide chlorhydrique dilué, il essaie de les séparer « par pression bien réglée ». Il obtient ainsi un acide solide, blanc, qui, après cristallisation dans l'alcool, possède un point de fusion de  $55^{\circ}$  et l'appelle *acide isocétique*. Le résidu est constitué par un acide liquide dont la composition semble analogue à celle de l'acide oléique. Il arrive au même résultat en saponifiant directement l'huile par l'oxyde de plomb, puis en épuisant par de l'éther le savon de plomb formé.

R. D. SILVA (1) étudie seulement les produits de la distillation du mélange d'huile de Curcas et d'alcali. Il obtient, entre autres produits remarquables, une fraction distillant entre  $178^{\circ}$  et  $180^{\circ}$ , formée d'un liquide incolore, à odeur aromatique qu'il identifie à de l'alcool caprylique.

L'auteur a effectué d'autre part une analyse élémentaire de l'huile et trouve qu'elle renferme une notable quantité d'azote (6 %).

En 1880, MAILLOT (2) présente à Nancy comme thèse pour le diplôme de Pharmacien, un important travail sur le Ricin et le Pignon d'Inde. Après l'étude botanique et histologique des graines, l'analyse centésimale chimique des téguments, amandes et tourteaux, l'auteur décrit avec précision les différents caractères physiques et chi-

(1) R. D. SILVA. Sur une nouvelle formation de l'alcool octylique. *Répert. de Pharm.*, Paris, 1869, **25**, p. 268.

(2) Ed. MAILLOT. Étude comparée du Pignon et du Ricin de l'Inde. *Thèse Dipl. Pharm.*, Nancy, 1880.

miques d'une huile de Curcas qu'il a extraite par pression, à froid.

Les conclusions auxquelles il aboutit sont les suivantes : au froid, l'huile abandonne un dépôt formé de palmitine et de myristine.

Sous l'action de la chaleur ( $200^{\circ}$ ), il se forme de l'acide carbonique, des hydrocarbures, de l'acroléine, de l'acide sébacique et de l'œnanthol.

Les oxydants transforment l'huile de *J. Curcas* en acides volatils de la série  $C^nH^{2n}O^2$  parmi lesquels l'acide œnanthylique et en acides de la série  $C^nH^{2n-2}O^2$ , le résidu étant constitué par de l'acide sébacique. Les alcalis saponifient l'huile en donnant 10 % de glycérol et 90 % d'acides gras. Si on chauffe le mélange de ces derniers vers  $200^{\circ}$  avec un excès d'alcali, on obtient toujours de l'œnanthol, de l'acide œnanthylique, de l'aldéhyde et de l'alcool caprylique, enfin de l'acide sébacique, tous produits de décomposition de l'acide ricinoléique.

Voici, d'après l'auteur, la composition chimique de l'huile : 14 à 17 % de glycérides des acides palmitique et myristique, 10 à 15 % de glycéride d'acide ricinoléique et 76 à 78 % de glycéride d'acide oléique.

ARNAUDON et UBALDINI (1), de Turin, publient, en 1893, une étude de l'huile de *J. Curcas*, commencée dès 1857. Ils n'apportent pas de fait nouveau et ils estiment, comme MAILLOT, que l'huile de *J. Curcas* ne diffère de celle de Ricin que par les proportions relatives des glycérides qui entrent dans la composition de ces deux lipides.

(1) J. ARNAUDON et UBALDINI. *J. Curcas* et huile qu'il contient. *Mon. Sc. de Quesneville*, Paris, 1893, **41**, pp. 447-449.

Deux méthodes les conduisent à ce résultat : action de la chaleur sur l'huile en présence d'alcali et cristallisation fractionnée des savons barytiques dans l'alcool.

A. SIEGEL (1) la même année, dans une thèse soutenue devant l'Université de Dorpat, consigne aussi le résultat de ses recherches chimiques sur l'huile de *J. Curcas*.

Le premier, il nie la présence du triglycéride de l'acide ricinolérique, mais montre que l'huile renferme, avec les glycérides des acides palmitique, myristique et olérique, un principe inconnu.

Voici comment il isole ce dernier : le savon potassique de l'huile, traité par des quantités calculées d'hydroxyde de baryum en solution aqueuse saturée à froid donne cinq fractions. En régénérant les acides gras de la première fraction, il obtient de l'acide palmitique. Ceux de la deuxième fournissent un acide de la consistance du beurre : acide isocétique de J. Bouis, mélange des acides palmitique et myristique. La troisième fraction donne simplement le sel de baryum de l'acide myristique, mais les dernières fractions renferment un acide gras fluide, très visqueux, se solidifiant en dessous de  $+13^{\circ}$ . SIEGEL l'appelle *acide curcanoléique* et montre qu'il appartient à la même série que l'acide ricinolérique ; après analyse élémentaire, il lui attribue la formule  $C^{15}H^{28}O^3$ . L'oxydation par le permanganate de potassium transforme cet acide en acides sébacique, butyrique et oxalique.

SIEGEL étudie d'autre part la toxicité de l'huile sur plusieurs espèces animales et note de grandes variations.

(1) A. SIEGEL. Ueber die Giftstoffe zweier Euphorbiaceen. *Thèse*, Dorpat, 1893.

O. KLEIN (1) se livre à Berlin, en 1898, à une nouvelle étude de l'huile de *J. Curcas*. Ayant extrait différents échantillons d'huile, soit par expression à froid ou à chaud, soit par épuisement avec de l'éther, cet auteur, le premier, applique les méthodes décrites par BENEDIKT (2) : détermination de la solubilité dans l'alcool, de la viscosité, des indices de réfraction, d'acidité, de saponification, d'iode, d'acétyle, etc....

Pour établir la composition de l'huile, il prépare les savons potassiques et les transforme en savons plombiques. Puis, mettant à profit les solubilités différentes des savons d'acides gras saturés ou éthyléniques dans l'éther, il sépare les premiers des seconds. Le point de fusion et le poids moléculaire moyen des acides régénérés des savons insolubles lui permet de conclure à la présence dans l'huile de 20 % d'acide stéarique, 8 % d'acide palmitique et d'un peu d'acide myristique.

Les acides liquides, traités suivant la technique de FAHRION (3), se montrent composés en parties égales d'acide oléique et linoléique, sans trace d'acide ricinoléique.

En employant la méthode générale de A. BÖHMER, KLEIN met ensuite en évidence dans l'huile, la présence d'une phytostérine en proportion assez élevée (0,58 %), dont les points de fusion sont de 134° et 124°, mais sans l'étudier plus longuement.

(1) O. KLEIN. Ueber das Curcasöl. *Zeitsch. für angew. Chem.*, 1898, 11, pp. 1012-1015.

(2) BENEDIKT et ULZER. Analyse der Fett- und Wachsarten. Berlin, 1903.

(3) W. FAHRION. A new method of examining fats. *Journ. Soc. Chim. Ind.*, 1893, 12, p. 951.

B. NIEDERSTADT (1) n'apporte aucun résultat nouveau sur l'huile de *J. Curcas*.

C. SIGALAS (2), en étudiant quelques huiles d'Euphorbiacées, signale l'essai physique suivant, valable aussi pour les huiles de Ricin, Croton, Aleurites. Une goutte d'huile de *J. Curcas* tombant de 2 à 3 millimètres de haut dans un verre à pied contenant de l'eau distillée, s'étale brusquement, en formant, à partir du point de contact, des cercles concentriques brillamment irisés.

Il nous renseigne ensuite sur les indices de réfraction et de polarisation de ces huiles.

J. FELKE (3) publie à Rostock, en 1913, un important mémoire dans lequel il s'attache plutôt à l'étude physiologique qu'à l'étude chimique de l'huile de *J. Curcas*.

C'est ainsi que sur une huile industrielle, extraite par pression à chaud, il essaie d'isoler le principe toxique en contrôlant ses résultats par de nombreuses expériences faites sur les grenouilles. Ces animaux possèdent, en effet, dans leur tube digestif et leur cavité centrale, des ferments capables de digérer les corps gras. L'auteur leur injecte 1 centimètre cube d'une émulsion d'huile à 20 % obtenue en triturant celle-ci avec de l'eau et un peu de gomme arabique. La dose mortelle s'élève ainsi à 0 cc. 2 d'huile pour une grenouille.

Pour extraire cette substance nocive, FELKE épuise

(1) B. NIEDERSTADT. Untersuchung verschiedener fetter Oele brasilianischen Pflanzen. *Ber. d. deut. pharm. Gesellsch.*, Berlin, 1902, **12**, pp. 143-145.

(2) C. SIGALAS. Quelques propriétés physiques de l'huile de Croton. *J. Ph. et Ch.*, Paris, 1903, 6<sup>e</sup> s., **18**, p. 208.

(3) J. FELKE. Ueber die Giftstoffe der Samen von *J. Curcas*. *Landw. Vers. St.*, 1913, **82**, pp. 427-463.

l'huile par de l'alcool à 96°. Les fractions solubles dans l'alcool sont distillées au bain-marie, puis injectées (en émulsion avec de l'eau et un peu de gomme). Les trois premières se montrent toxiques, tandis que les fractions 4 et 5, ainsi que la partie de l'huile insoluble dans l'alcool ne le sont plus. Si l'on dissout ensemble les trois premières fractions dans le moins d'alcool possible et si on les soumet alors à l'action du froid, on obtient des *cristaux non toxiques* (mélange d'acides palmitique et myristique) et un *liquide toxique*.

FELKE sépare ensuite le principe toxique de l'huile par la méthode qui a permis à HERSCHEYDT et KOBERT d'extraire de l'huile de Croton l'acide crotonoléique ; cette méthode utilise la différence de solubilité du savon de baryum correspondant aux différents acides gras dans l'alcool et dans l'éther. Voici comme il opère : le savon de baryum obtenu en saponifiant à chaud, par de l'eau de baryte, les produits qui résultent des deux premiers épuisements de l'huile par de l'alcool, est agité avec de l'éther. La solution éthérée contenant les sels de baryum des acides oléique et curcanoléique, après distillation, donne un résidu que l'on traite alors par de l'alcool absolu. Le sel de baryum de l'acide curcanoléique est seul dissous, et, pour isoler l'acide lui-même, il suffit de traiter la liqueur alcoolique par l'acide sulfurique dilué et d'évaporer entièrement l'alcool.

FELKE obtient ainsi, pour 1.000 centimètres cubes d'huile de Curcas, 12 centimètres cubes d'un liquide jaune foncé, soluble dans l'éther, qui se prend en masse vers 10° et qu'il appelle *acide curcanoléique* ; essayé en injection sur la grenouille, il se montre toxique (dose mortelle pour un animal 0 cc. 15).

En 1917, un court article de M. H. JUMELLE (1) résume les différentes connaissances acquises sur l'huile de *J. Curcas*. Puis, une brève recherche relative à la toxicité de l'huile est faite, en 1919, à l'Institut Pasteur de Paris, par MM. HEIM et RULLIER (2), qui utilisèrent la souris blanche comme animal d'épreuve.

C. GRIMM (3), de Hambourg, apporte à son tour, en 1921, une nouvelle contribution à l'étude de l'huile et des graines de *J. Curcas*. Il analyse d'abord la graine entière, les téguments, les amandes et les tourteaux.

Puis il prépare de l'huile par différents procédés : expression à froid, à chaud, extraction par de l'éther et il détermine les différentes constantes chimiques de ces huiles et des acides gras qu'elles fournissent. C'est ainsi qu'il constate que l'origine des produits n'a pas d'influence sensible sur les caractères analytiques.

Quant à la constitution chimique, il s'en tient aux conclusions de SIEGEL, sans d'ailleurs expliquer les raisons de ce choix.

La part la plus originale de son travail se rapporte à la mise en évidence, dans l'huile de *J. Curcas*, d'une lipase semblable à celle contenue dans la graine de Ricin, mais d'action plus faible.

La même année, l'Imperial Institute de Londres (4)

(1) H. JUMELLE. Huile de *J. Curcas*. *Ann. Musée Col. Marseille*, 1917 (3<sup>e</sup> s.), **5**, pp. 58-59.

(2) F. HEIM et RULLIER. Recherche sur le principe toxique de la graine et l'huile de *J. Curcas*. *Bull. Off. Col.*, 1919, **12**, pp. 96-100.

(3) C. GRIMM. Ueber das fette Oel der Samen von *J. Curcas*. *Zeitsch. d. d. Oel- und Fett-Industrie*, 1921, pp. 513-515.

(4) ANONYME. Fixed oil of *J. Curcas* seeds. *Bull. of the Imper. Inst.*, London, 1921, **19**, p. 288.

présentait une communication intéressante sur l'huile de *J. Curcas* et l'emploi de son tourteau comme engrais.

On y trouve l'examen des caractères physiques et chimiques de graines de provenances diverses (Côte d'Or, Afrique du Sud), l'étude comparée des huiles extraites de graines d'origine connue et d'huiles fabriquées sur place. Ces caractères semblent très voisins.

Une dernière partie est consacrée à la comparaison du pouvoir lubrifiant et à la siccativité de ces huiles et de l'huile de Ricin.

Enfin, en 1925, M. P. AMMANN (1), qui vise surtout à étendre en Europe les applications de cette huile dont les graines n'ont qu'une utilisation très limitée, montre qu'il n'y a pas de variation sensible dans l'aspect et les dimensions des graines récoltées dans différentes régions de la Côte d'Ivoire, ni dans les propriétés physiques des huiles extraites de ces graines.

L'étude la plus récente sur l'huile de *J. Curcas* est, à notre connaissance, due au Government Laboratory de Bangkok (2). L'huile connue sous le nom de « Naman sabu », était utilisée en savonnerie, mais son origine botanique restait incertaine ; il fallut beaucoup de recherches pour la rapporter au *J. Curcas*. Les analyses d'une huile industrielle et d'une huile extraite au Laboratoire par épuisement chloroformique des graines montrent que le produit siamois semble analogue aux huiles décrites par les différents auteurs.

(1) P. AMMANN. Le Pignon d'Inde. *Bull. mens. de l'Ag. Econ. A. O. F.*, 1925, p. 59 ; *Ann. de la Drogue*, Paris, 1926, n° 50, pp. 8-11.

(2) ANONYME. Oil of *J. Curcas*, Naman sabu. *The Government Laboratory 4th Report*, Bangkok, Feb. 1929, pp. 8-9.

En résumé, la présence dans l'huile de *J. Curcas* d'un principe toxique particulier, se retrouvant en très petite quantité dans la partie de l'huile soluble dans l'alcool, a été signalée dès le début, mais les différents chercheurs ne sont pas d'accord au sujet de sa nature exacte. Tandis que CADET DE GASSICOURT et SOUBEIRAN estiment que ce poison serait de nature résineuse, SIEGEL le présente comme un acide-alcool voisin de l'acide ricinoléique. FELKE, dans cet ordre d'idées, prépare plus rationnellement ce produit et en effectue l'essai physiologique sur la grenouille.

Des recherches effectuées en vue de préciser la constitution chimique de l'huile, deux sont à retenir. D'abord celle de MAILLOT qui a sans nul doute servi de base aux travaux d'ARNAUDON et de SIEGEL, puis celle de KLEIN. Celui-ci est le seul à ne pas signaler dans l'huile de *J. Curcas* la présence d'acides-alcools ; il démontre de plus que les acides liquides sont constitués par un mélange d'acide oléique et linoléique.

Nous consignons, pour terminer, deux réactions caractéristiques (1) permettant de déceler la présence de 10 à 15 % d'huile de *J. Curcas* dans l'huile d'amandes douces (ancienne falsification de l'huile de Ricin très couramment utilisée en Amérique).

I. — Après avoir introduit dans une éprouvette un fragment de cuivre, on verse successivement 7 centimètres cubes d'huile suspecte et 10 grammes d'acide azotique : d'abondantes vapeurs nitreuses se dégagent et on obtient,

(1) ANONYME. Falsification de l'huile d'amandes avec l'huile de Pignon. *Répert. de Pharm.*, Paris, 1912, 3<sup>e</sup> s., 24, p. 273.

après repos de 12 heures dans un endroit frais, une masse demi-fluide, de couleur brun foncé uniforme.

II. — Le savon calcaire obtenu par le traitement au lait de chaux donné, avec la solution concentrée de potasse à chaud, l'odeur pénétrante de l'alcool caprylique.

Tel était, au moment où nous avons entrepris nos recherches, l'état de nos connaissances sur la composition, l'activité et la toxicité de l'huile de *Jatropha Curcas*, données que nous avons tenté de compléter et de préciser.

---

## CHAPITRE II

### MÉTHODES D'ANALYSES EMPLOYÉES AU COURS DE CETTE ÉTUDE

#### *A. — Déterminations physiques.*

**Densités.** — Les densités ont été déterminées par la méthode du flacon en faisant usage d'une fiole de 50 centimètres cubes, à col étroit.

Toutes les mesures effectuées à une température variant entre 15° et 25° C., ont été ramenées à 15° C. en prenant 0,00065 comme terme de correction.

**Pouvoir rotatoire.** — Différents échantillons d'huile ont été examinés au polarimètre Soleil, à la température ordinaire, en se servant de tubes de 1, de 2, puis de 4 décimètres, sans que l'on puisse observer, d'ailleurs, aucune déviation sur la lumière polarisée.

**Indice de réfraction.** — Nous avons fait usage, pour mesurer les indices de réfraction, d'un réfractomètre de Féry, la température étant très voisine de 15°.

**Étalement moléculaire.** — La détermination de la surface couverte par une très petite quantité d'une huile de densité connue, permet de calculer, si l'on admet que la couche formée est monomoléculaire, le rapport entre

la hauteur et la largeur des molécules, renseignement intéressant quant à la valeur lubrifiante du produit. On suppose, d'ailleurs en approximation assez grossière, que les molécules sont toutes semblables, et l'épilamen constitué, homogène.

L'appareil utilisé est celui de M. P. WOOG (1). Il se compose essentiellement : d'une cuve en cuivre nickelé de dimensions déterminées, un dispositif approprié permet un nivellement exact de la couche aqueuse et élimine les erreurs dues aux irrégularités des ménisques ; d'un équipage mobile muni d'un petit miroir, capable de se déplacer sous l'action d'une force très petite ; et d'un chariot glissant sur les bords de la cuve qu'on manœuvre à la main. La pratique d'une mesure s'effectue ainsi : on dispose le chariot à l'extrémité de la cuve et on dépose, à la surface de l'eau, au moyen d'une pipette calibrée, quelques gouttes d'une solution benzénique très étendue de l'huile à étudier. Le solvant s'évapore rapidement et le lipide s'étale. On déplace alors *très lentement et d'une manière continue* le chariot jusqu'à déviation brusque du spot lumineux (image d'une lampe à filament rectiligne donnée par le miroir). La déviation correspond à une légère compression des molécules étalées et juxtaposées, on admet alors qu'elles couvrent exactement l'aire limitée par l'équipage mobile, le chariot et les parois de la cuve. La largeur est connue une fois pour toutes, on mesure la longueur avec un pied à coulisse.

Les résultats trouvés sont toujours un peu incertains, ils dépendent étroitement de l'inertie de l'équipage mobile

(1) P. WOOG. Contribution à l'étude du graissage. Paris, 1926, Delagrave, édit., pp. 52-62.

et aussi du soin apporté à effectuer les manipulations. A titre de comparaison, nous avons étudié une huile de Ricin du type aéronautique dont les caractères sont connus.

**Viscosité.** — Les viscosités ont été déterminées en valeur absolue au moyen du viscosimètre de BAUME et VIGNERON, aux températures de 35° et 100° C., car seule la variation de la viscosité pour des températures croissantes est intéressante et caractérise un liquide donné (1).

L'appareil se compose essentiellement :

1° d'une jaquette thermostatique, sorte de vase allongé à doubles parois irrégulières formant ballon, celle-ci communiquant avec un réfrigérant ascendant. Un liquide pur (soigneusement rectifié au laboratoire), de point d'ébullition connu (éther 35°, eau distillée 100° C.) introduit dans le manchon puis porté à l'ébullition réalise à l'intérieur du vase, après un certain temps, une température constante ;

2° d'une pipette viscosimétrique plongeant dans un tube à essai contenant l'huile et qui pénètre au moyen d'un bouchon de caoutchouc à deux trous dans la cavité de la jaquette. Le second trou porte un tube en T dont une branche supporte un thermomètre, l'autre branche sert à adapter une poire en caoutchouc. Le tube viscosimétrique se compose d'un tube capillaire terminé à sa partie inférieure par un tube de plus grand diamètre portant un repère qui marque l'endroit où l'huile doit affleu-

(1) M. AUBERT. Les combustibles liquides et le problème du carburant national. Paris, 1924, Gauthier-Villars, édit., pp. 27-32.

rer. Le tube capillaire est surmonté d'une boule comprise entre deux points de repère.

Quand les différentes parties de l'appareil sont bien en place et que l'on a réalisé l'équilibre de température, on fait monter l'huile dans le viscosimètre, un peu au-dessus du premier point de repère à l'aide de la poire en caoutchouc, puis on suit la descente du niveau de l'huile et on note très exactement, à l'aide d'un chronographe, le temps qu'il lui faut pour s'écouler entre les deux repères. Connaissant la densité de l'huile et les constantes de l'appareil, on déduit la viscosité.

**Point de fusion.** — La méthode utilisée est celle du tube capillaire. La substance est introduite dans un tube très fin en verre mince (obtenu en étirant un tube à essai), puis celui-ci est fixé à un thermomètre à l'aide d'une bague en caoutchouc. On place alors le thermomètre dans un tube de THIEL contenant, soit de l'eau distillée pour les produits ayant un point de fusion inférieur à  $100^{\circ}$ , soit de l'huile de vaseline pour ceux possédant un point de fusion supérieur à  $100^{\circ}$ , puis on chauffe lentement la branche inférieure.

**Point de congélation.** — Dans le cas d'un mélange il n'existe pas, comme pour un liquide pur, de point de congélation bien défini. Le résultat de la mesure dépend essentiellement de l'appareil utilisé. Voici comment nous avons procédé.

Un volume fixe d'huile contenu dans un tube à essai de diamètre donné a été refroidi lentement par immersion dans un mélange réfrigérant et abandonné pendant une demi-heure à  $-25^{\circ}$  C. Puis, à l'aide d'un thermo-

mètre cylindrique, de diamètre et de poids connus, qui plonge dans le liquide solidifié, on sort le tube du mélange réfrigérant. La température s'élève peu à peu : on prend comme point de congélation la température pour laquelle le thermomètre commence à glisser.

**Point éclair et point feu** (Appareil de LUCHAIRE). — Dans un vase en communication avec l'extérieur, on chauffe lentement l'huile et l'on amène à intervalles réguliers une petite flamme au-dessus de l'appareil ; quand une explosion se produit, on note l'indication d'un thermomètre plongeant dans le liquide ; c'est par définition le *point éclair*, température à laquelle les vapeurs d'un combustible commencent à brûler pour un appareil donné.

Le *point feu* est caractérisé par la température à laquelle il faut amener le liquide pour que la combustion une fois amorcée se continue d'elle-même (1).

Ces deux déterminations ont été réalisées avec un appareil de LUCHAIRE. Celui-ci se compose essentiellement de deux coupes en cuivre rouge, l'une servant de couvercle à l'autre qui se termine par un rebord horizontal marquant le niveau que doit atteindre le liquide étudié. Le couvercle est percé de trois ouvertures. Le trou central reçoit un thermomètre, le deuxième permet l'arrivée de l'air et c'est à l'orifice du troisième que l'on approche la flamme destinée à provoquer l'inflammation du produit. Un bain de paraffine que l'on chauffe au moyen d'un bec BUNSEN permet une élévation convenable de la température. Une enveloppe cylindrique en métal, percée de

(1) M. AUBERT. *Loc. cit.*, pp. 179-183.

trous, sert de support aux deux coupes et protège contre les courants d'air extérieurs la flamme du bec BUNSEN.

**Pouvoir calorifique.** — C'est la quantité de chaleur dégagée à volume constant par la combustion complète d'une masse déterminée de combustible, les corps réagissant étant pris à 0° et les produits de la réaction ramenés à 0°.

Le pouvoir calorifique a été déterminé à l'aide de la bombe calorimétrique thermo-électrique de FÉRY. Un poids donné d'huile contenue dans une coupelle est brûlé en présence d'un excès d'oxygène, dans une enceinte fermée à parois très résistantes. On mesure la chaleur dégagée par la réaction au moyen d'un phénomène thermo-électrique, car l'appareil est construit de façon que cette élévation de température soit proportionnelle au nombre de calories dégagées lors de la combustion ; le résultat est exprimé en calories-gramme (1).

### *B. — Déterminations chimiques.*

**Indice d'acidité.** — C'est le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour neutraliser 1 gramme d'huile ; on a coutume d'exprimer le résultat en acide oléique %. On procède à l'essai comme suit :

L'huile est dissoute dans un mélange en parties égales d'alcool et d'éther préalablement neutralisé, puis cette

(1) Ces trois dernières mesures ont été effectuées dans les laboratoires de chimie du Service des recherches de l'aéronautique. Nous sommes heureux de remercier ici M. DIXMIER, chef du laboratoire, pour son aimable obligeance.

solution est titrée avec une solution aqueuse de potasse (centinormale), en présence de phtaléine du phénol comme indicateur.

**Indice de saponification.** — C'est le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour saponifier 1 gramme d'huile. Dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux, on fait bouillir pendant une demi-heure 1 à 2 grammes d'huile avec une quantité connue d'une solution alcoolique de potasse à 10 %, puis on détermine l'excès de potasse à l'aide d'une solution titrée d'acide sulfurique.

**Indice d'iode.** — L'indice d'iode se définit par le nombre de centigrammes d'halogène exprimé en iode que peut fixer 1 gramme d'huile. Cette détermination renseigne sur l'état de saturation des constituants de l'huile.

Le mode opératoire est le suivant (méthode de HANUS). Un poids donné d'huile, variant entre 1 et 2 décigrammes, est dissous dans le chloroforme, puis laissé 20 minutes en contact avec un excès (des deux tiers) de solution acétique de bromure d'iode. On opère à l'abri de la lumière et en ayant soin d'agiter de temps en temps. On ajoute ensuite 20 centimètres cubes d'une solution d'iodure de potassium à 10 % et on titre l'excès d'halogène avec une solution N/10 d'hyposulfite de sodium.

Un essai à blanc effectué dans les mêmes conditions, mais sans matière grasse, permet de déterminer, par différence, la quantité d'halogène fixée par le corps gras étudié.

**Indice d'acétyle** (Procédé E. ANDRÉ). — L'indice d'acétyle est le nombre de milligrammes d'acide acétique que

peut fixer 1 gramme de corps gras par estérification de sa fonction alcool libre. Cet indice permet de déceler la présence d'alcools ou d'acides-alcools dans l'huile.

Voici comment nous avons opéré. Dans deux petits ballons on pèse exactement 1 à 2 grammes d'huile. Dans le premier, on ajoute 5 centimètres cubes d'anhydride acétique récemment rectifié (point d'ébullition : 135-138°) et 25 centimètres cubes de xylène (point d'ébullition : 135-140°) et dans le second on a mis seulement 30 centimètres cubes de xylène. Chaque ballon est muni d'un réfrigérant ascendant constitué par un simple tube de verre assez long traversant le bouchon. On fait bouillir à reflux pendant une heure au bain d'huile ; puis, remplaçant les tubes de verre par des tubes coudés à angle droit, on distille à la température du bain d'huile jusqu'à complet départ de l'excès d'anhydride acétique au moyen d'entraînements successifs par du xylène. En général, trois opérations suffisent, mais il faut s'assurer que le distillat, agité avec de l'eau distillée, ne lui communique plus de réaction acide.

On détermine en dernier lieu l'indice de saponification de chacun des deux essais. La différence,  $S' - S$ , entre les deux valeurs obtenues représente la quantité de potasse saturée par l'acide acétique fixé sur 1 gramme d'huile (1).

On obtient l'indice d'acétyle en multipliant ce nombre par le rapport des masses moléculaires de l'acide acétique et de la potasse, soit  $\frac{66}{56} = 1,071$ .

(1) Em. ANDRÉ. Sur l'indice d'acétyle des corps gras. Méthode simple et rapide pour sa détermination. *Bull. Soc. Chim.*, Paris, 1925, 37, pp. 335-343.

**Indice de saturation.** — C'est le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour saturer 1 gramme d'acide gras. Le mode opératoire est analogue à celui qui donne l'indice d'acidité.

*Détermination des poids moléculaires.*

**ACIDES GRAS.** — Le poids moléculaire moyen résulte directement de l'indice de saponification de l'huile ou, ce qui revient au même, de l'indice de saturation des acides eux-mêmes. Ces deux indices, semblables par définition, sont inversement proportionnels au poids moléculaire moyen :

$$x = \frac{56}{\text{indice saturation}} \quad \text{ou} \quad x = \frac{56}{\text{indice saponification}}$$

LES ESTERS ÉTHYLIQUES des acides gras ont un poids moléculaire égal au poids moléculaire des acides gras correspondants additionné de 28 ( $\text{C}^2\text{H}^4$ ).

---

## CHAPITRE III

### ORIGINE ET PRÉPARATION DES DIFFÉRENTES HUILES

#### DE *JATROPHA CURCAS*

#### EXAMINÉES AU COURS DE CETTE ÉTUDE

#### CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Les échantillons d'huile de *Jatropha Curcas* étudiés dans ce travail proviennent de deux origines :

a) *Huiles industrielles* ;

b) *Huiles préparées au laboratoire* par épuisement des graines dont nous avons décrit les caractères dans un précédent chapitre.

**A. Huiles extraites industriellement.** — Deux spécimens d'huile industrielle seulement ont été étudiés :

1° Une huile d'origine portugaise que nous devons à l'obligeance de la Compagnie « Unias-Fabril » de Lisbonne, extraite par expression à chaud des graines non décortiquées, comme l'indique l'examen d'un échantillon de tourteau déshuilé qui accompagnait l'envoi d'huile.

Utilisée en savonnerie, cette huile possède une couleur jaune ambré, une odeur âcre caractéristique, une

saveur douceâtre. Elle est assez visqueuse et se différencie de tous les autres échantillons examinés par son acidité et son indice d'acétyle relativement élevés.

2° Un deuxième échantillon d'huile de *Jatropha Curcas* a été fourni par l'Huilerie Sainte-Marie-de-Marseille, mais en si petite quantité que la détermination de quelques caractères seulement a pu être effectuée.

Le tableau suivant résume, d'après l'ordre adopté au chapitre précédent, les différentes déterminations physiques puis chimiques que nous avons effectuées sur ces deux échantillons d'huile.

### Déterminations physiques.

|                 | Densité<br>$D_{15}^{15}$ | Indice<br>de réfraction<br>$n_D$ à 15° | Viscosité |        | Point<br>de<br>congélation | Pouvoir<br>calorifique | Point éclair | Point feu |
|-----------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------|--------|----------------------------|------------------------|--------------|-----------|
|                 |                          |                                        | 35°       | 100°   |                            |                        |              |           |
| Portugal . . .  | 0,9205                   | 1,4728                                 | 0,375     | 0,0677 | — 13°                      | c.-gr<br>9.169         | 247°         | 395°      |
| Marseille . . . | 0,918                    | —                                      | —         | —      | —                          | —                      | —            | —         |

### Déterminations chimiques.

|                 | Indice<br>d'acidité | Indice<br>de<br>saponification | Indice<br>d'iode<br>(HANUS) | Indice<br>d'acétyle<br>(E. ANDRÉ) |
|-----------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Portugal . . .  | 4,2                 | 190                            | 93                          | 9,6                               |
| Marseille . . . | 5,5                 | 188                            | 93                          | 6,4                               |

# I. — EXTRACTION PAR ÉPUISEMENTS SUCCESSIFS AVEC DES QUANTITÉS LIMITÉES DE SOLVANT

Dans le but de séparer les différents glycérides qui composent l'huile de Purgère, nous avons tout d'abord essayé d'extraire la matière grasse des amandes en traitant ces dernières à froid dans un percolateur par des quantités limitées d'éther de pétrole léger (point d'ébullition inférieur à 60°).

Ce solvant présente en effet le double avantage de ne dissoudre presque aucune autre substance que l'huile et d'être, à cause de son point d'ébullition peu élevé, facilement chassé de l'huile et des tourteaux.

Le mode opératoire adopté est le suivant : 250 grammes de graines du Portugal ont été décortiquées, écrasées grossièrement et mises à macérer pendant 24 heures avec 500 centimètres cubes d'éther de pétrole. Le liquide soutiré, après un séjour de 24 heures sur du sulfate de sodium anhydre, abandonne, après distillation, la fraction huileuse n° 1. Un deuxième, puis un troisième épuisement, effectués dans des conditions analogues, fournissent les fractions n° 2 et n° 3.

Ces trois liquides sont d'aspect, de couleur, d'odeur et de saveur identiques. Les caractères physiques et chimiques sont très voisins sauf toutefois l'acidité qui va légèrement en croissant.

| Fractions | Quantité d'huile extraite par rapport aux graines décortiquées | Densité à 15° par rapport à l'eau à 15° | Indices                    |                   |                |                     |
|-----------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|-------------------|----------------|---------------------|
|           |                                                                |                                         | d'acidité en ac. oléique % | de saponification | d'iode (HANUS) | d'acétylène (ANDRÉ) |
| N° 1      | 31,4 %                                                         | 0,92110                                 | 1,2                        | 190               | 95             | 4                   |
| N° 2      | 13,6 %                                                         | 0,92220                                 | 2,1                        | 190               | 95             | 5                   |
| N° 3      | 5 %                                                            | —                                       | 3,1                        | —                 | —              | 5                   |

Dans une deuxième série d'essais, entrepris avec des graines du Dahomey, la technique a été légèrement modifiée ; 900 grammes d'amandes écrasées sont mises à macérer pendant 24 heures avec 900 centimètres cubes d'éther de pétrole. On soutire alors 500 centimètres cubes de solution qu'on remplace par un même volume de solvant neuf.

La même opération répétée quatre fois fournit des solutions qui, soigneusement desséchées, abandonnent, après distillation, les fractions 1, 2, 3, 4, 5, dont les caractères physiques et chimiques sont assez peu différents, comme l'indique le tableau suivant :

| Fractions | Quantité d'huile obtenue par rapport aux graines décortiquées | Densité $D_{15}^{15}$ | Indices                    |                   |                |                     |
|-----------|---------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|----------------|---------------------|
|           |                                                               |                       | d'acidité en ac. oléique % | de saponification | d'iode (HANUS) | d'acétylène (ANDRÉ) |
| N° 1      | 23,4 %                                                        | 0,9175                | 0,5                        | 180               | 96             | 4                   |
| N° 2      | 16,2 %                                                        | 0,9190                | 0,6                        | 179               | 96             |                     |
| N° 3      | 8,3 %                                                         | 0,9168                | 1                          | 180               | 97             |                     |
| N° 4      | 3,3 %                                                         | —                     | 1,8                        | 179               | 97             | 5                   |
| N° 5      | 1,3 %                                                         | —                     | 2,4                        | 177               | 98             |                     |

## II. — EXTRACTION PAR SIMPLE ÉPUISEMENT

La technique précédente ne permettant pas d'effectuer une séparation efficace entre les différents principes immédiats de l'huile, nous avons, ultérieurement, préparé nos échantillons d'huile en appliquant la méthode suivante, plus rapide :

Quelques essais comparatifs réalisés à chaud dans un appareil à épuisement (allonge de VIGREUX) ayant donné sensiblement le même rendement, l'huile a été extraite à froid, dans un percolateur ordinaire, en se servant le plus souvent de l'éther de pétrole comme solvant.

Les graines décortiquées sont d'abord grossièrement écrasées, car les amandes cèdent plus facilement leur huile quand elles ne sont que légèrement froissées. On les dispose immédiatement dans l'allonge et on les fait macérer pendant 24 heures avec le solvant, celui-ci en quantité telle qu'il surmonte les graines d'au moins 1 centimètre ; au bout de ce temps, le liquide est soutiré, et une deuxième macération est effectuée avec la même quantité de solvant neuf. Après 48 heures, on soutire de nouveau et on recommence jusqu'à ce que quelques gouttes de la dernière liqueur obtenue ne laisse plus, après évaporation, de tache huileuse sur du papier buvard. Il faut généralement quatre macérations. Les liqueurs soutirées sont alors réunies, abandonnées pendant 24 heures sur du sulfate de sodium desséché et enfin distillées.

Nous avons ainsi obtenu, en assez grande quantité, des échantillons d'huile, à partir de graines récoltées à Madagascar et au Dahomey. Avec des graines légèrement moisis, provenant du Cameroun (envoi de M. COSTE), nous

avons réalisé deux extractions différentes. La première d'après le mode opératoire ci-dessus a donné l'huile n° 1, tandis que dans la seconde, les graines décortiquées et écrasées sont restées 3 jours à l'air avant le début de l'extraction (huile n° 2). Enfin, un épuisement par de l'éther à froid a été effectué avec des graines originaires du Dahomey.

Ces cinq échantillons d'huile ont même aspect extérieur. Ce sont des liquides assez visqueux, possédant une couleur jaune très pâle, une odeur peu prononcée et une saveur douceâtre.

Un dernier échantillon important d'huile a été obtenu par extraction à froid, à l'aide du benzène, des graines non décortiquées et broyées légèrement, provenant de Madagascar, avec un rendement total de 32 %. Cette extraction a été gracieusement effectuée à notre intention par la Maison DE LAIRE ; nous prions M. DELANGE, Directeur scientifique des Établissements DE LAIRE, de recevoir ici tous nos remerciements pour son aimable obligeance.

Cette huile possédait encore une forte odeur de benzène que nous nous sommes efforcée de faire disparaître par entraînement au moyen d'un courant de gaz carbonique, pur et sec, dans le vide partiel, sans d'ailleurs parvenir à chasser complètement le solvant, comme le montre la valeur un peu trop faible de toutes les déterminations.

C'est un liquide assez visqueux, légèrement fluorescent, de couleur jaune ambré plus prononcée que celles des huiles précédentes ; son odeur est peu marquée, sa saveur douceâtre, son acidité remarquablement faible.

Le tourteau, résidu de la préparation de cette huile, se présente sous l'aspect d'une poudre grossière dans laquelle les téguments noirs sont encore bien visibles. Nous l'avons soumis à un nouvel épuisement, par de l'éther à chaud. Car, malgré la grande solubilité de l'huile de *Jatropha Curcas* dans le benzène, il fallait s'assurer qu'un constituant important de l'huile n'avait pas échappé à l'action du dissolvant, fait que l'on pouvait prévoir, vu le faible indice d'acétyle de l'huile totale (voir tableau p. 71).

600 grammes de tourteau ont ainsi donné 25 grammes, soit 4 % d'un liquide brunâtre, visqueux, trouble, qui laisse déposer, à la température ordinaire, une masse cristalline, que surnage un liquide noirâtre.

L'acidité est élevée : 11 % ; l'indice de saponification atteint 156, l'indice d'iode est de 92, l'indice d'acétyle de 14.

Dans ce produit, nous avons séparé les acides gras des matières insaponifiables en suivant la technique habituelle (expliquée plus loin). Voici les déterminations chimiques auxquelles nous avons abouti :

|                               | Quantité<br>%<br>par<br>rapport<br>à l'huile | Indice<br>de<br>satura-<br>tion<br>acidité | Poids<br>molécu-<br>laire<br>moyen | Indices                   |                   |                      |
|-------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|
|                               |                                              |                                            |                                    | de<br>saponi-<br>fication | d'iode<br>(HANUS) | d'acétyle<br>(ANDRÉ) |
| Matières insa-<br>ponifiables | 2,3                                          | 0,05                                       | —                                  | —                         | —                 | —                    |
| Acides gras                   | 88                                           | 197                                        | 285                                | 196                       | 104               | 0                    |

Ces déterminations montrent que le résidu extrait par l'éther ne présente pas d'intérêt, cependant le rendement

total en matière grasse s'élève alors à 36 % du poids des graines brutes, ce qui est considérable.

Le tableau suivant fait état des principales constantes physiques et chimiques des six échantillons d'huile :

Déterminations physiques.

| Provenance               | Densité<br>$D_{15}^{15}$ | Indice<br>de réfraction<br>$n_D$ à 15° | Viscosité |        | Point<br>de<br>congélation | Pouvoir<br>calorifique |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------|--------|----------------------------|------------------------|
|                          |                          |                                        | 35°       | 100°   |                            |                        |
| Dahomey . . . . .        | 0,9168                   | 1,4730                                 | 0,356     | 0,0638 | — 13°                      | c.-gr<br>9,480         |
| Dahomey (éther) . . . .  | 0,9198                   | —                                      | 0,277     | 0,0588 | —                          | —                      |
| Madagascar . . . . .     | 0,9182                   | —                                      | —         | —      | — 13°                      | —                      |
| Madagascar (benzène) . . | 0,9168                   | 1,4733                                 | 0,352     | 0,0623 | — 15°                      | 9,240                  |
| Cameroun n° 1 . . . . .  | 0,9173                   | 1,4720                                 | 0,360     | 0,0675 | —                          | —                      |

Dimensions des molécules étalées  
à la surface de l'eau.

(Étalement moléculaire).

| Provenance                                 | Section<br>droite<br>en<br>$\text{cm}^2 \times 10^{-16}$ | Largeur<br>en<br>$\text{cm.} \times 10^{-8}$ | Hauteur<br>en<br>$\text{cm.} \times 10^{-8}$ | Rapport<br>entre<br>la hauteur<br>et<br>la largeur |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Portugal . . . . .                         | 119,50                                                   | 10,92                                        | 15,4                                         | 1,41                                               |
| Dahomey (éther) . . . . .                  | 117,72                                                   | 10,85                                        | 15,07                                        | 1,39                                               |
| Madagascar (ben-<br>zène) . . . . .        | 116,64                                                   | 10,8                                         | 14,58                                        | 1,35                                               |
| Madagascar (éther<br>de pétrole) . . . . . | 118,8                                                    | 10,9                                         | 15,3                                         | 1,40                                               |
| Cameroun n° 1 . . . . .                    | 118,8                                                    | 10,9                                         | 15,5                                         | 1,42                                               |

Les essais réalisés avec une huile de Ricin commerciale ont donné des résultats analogues à ceux publiés par les auteurs, ce qui affirme le bon fonctionnement de notre appareil. Les valeurs d'étalement moléculaire sont très voisines de celles trouvées par M. P. WOOG (*loc. cit.*) pour les huiles de Colza et d'Olive.

### Déterminations chimiques.

| Provenance               | Indices                          |                           |                   |                      |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|
|                          | d'acidité<br>en ac.<br>oléique ‰ | de<br>saponifi-<br>cation | d'iode<br>(HANUS) | d'acétyle<br>(ANDRÉ) |
| Dahomey. . . . .         | 0,4                              | 178                       | 98                | 8                    |
| Dahomey (éther) . . . .  | 0,4                              | 180                       | 97                | 6                    |
| Madagascar. . . . .      | 0,4                              | 179                       | 98                | 8                    |
| Madagascar (Benzène) . . | 0,6                              | 177                       | 97                | 4                    |
| Cameroun n° 1. . . . .   | 0,6                              | 176                       | 98                | 4                    |
| Cameroun n° 2. . . . .   | 0,6                              | 177                       | 98                | 5                    |

Par l'examen des résultats de ces déterminations physiques et chimiques, on peut voir que ces différentes qualités d'huiles se ressemblent beaucoup ; elles sont caractérisées par leur faible acidité et leur indice d'acétyle peu élevé.

Pour la continuation de notre travail, nous avons réuni les échantillons presque identiques, provenant du Dahomey et de Madagascar, afin d'obtenir une assez grande quantité d'huile extraite au laboratoire, à froid, par l'éther de pétrole, qui se différencie ainsi de l'huile industrielle préparée par expression à chaud, et de l'huile épuisée par le benzène à froid.

## CHAPITRE IV

### A. — ÉTUDE DE LA DISSOLUTION FRACTIONNÉE DE L'HUILE DANS L'ACIDE ACÉTIQUE ET DANS L'ALCOOL FORT

Les différents auteurs qui se sont attachés à l'étude de l'huile de *Jatropha Curcas* l'ont souvent comparée à l'huile de Ricin. Leur désir de trouver des analogies entre deux produits d'origine botanique si voisine, les a poussés, pour la plupart, à chercher parmi les acides qui constituent l'huile de *Jatropha Curcas*, la présence d'un acide-alcool comparable à l'acide ricinoléique.

Aussi avons-nous tout d'abord essayé de séparer, dans l'huile, les glycérides à acides-alcools et pour cela nous avons tiré parti d'une propriété spéciale de l'huile de Ricin : sa solubilité dans l'*acide acétique glacial*.

Le mode opératoire est le suivant : dans une éprouvette graduée de 1 litre, bouchant à l'émeri, on verse 350 centimètres cubes d'huile extraite à froid au laboratoire, par l'éther de pétrole, et 350 centimètres cubes d'acide acétique cristallisable. Après une agitation mécanique d'une heure et demie, on abandonne au repos. Deux couches de liquide se séparent peu à peu : la couche inférieure a un volume de 185 centimètres cubes, elle est constituée par de l'acide acétique renfermant un peu d'huile en dissolution ; la couche supérieure est une solution d'acide dans l'huile.

L'agitation mécanique prolongée pendant 3 heures n'amène pas de différence dans la hauteur des niveaux respectifs.

Ayant siphonné la partie supérieure, on recueille la liqueur acide et on la distille sous pression réduite. On obtient ainsi un liquide visqueux, de couleur brun noirâtre, à odeur vireuse.

Un second, puis un troisième épuisement de la solution huileuse par de nouvelles quantités d'acide acétique cristallisable sont alors effectués de la même façon et fournissent des liquides moins visqueux, un peu moins colorés que le premier, mais possédant une odeur aussi désagréable.

Voici les quantités et qualités respectives des produits décrits :

|                                  | Poids<br>brut<br>obtenu | Quantité %<br>par rapport<br>au poids<br>de l'huile | Indice<br>d'acétyle<br>(ANDRÉ) |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1 <sup>er</sup> épuisement . . . | 5 gr. 5                 | 1,7                                                 | 34                             |
| 2 <sup>e</sup> épuisement . . .  | 9 gr. 5                 | 3,0                                                 | 30                             |
| 3 <sup>e</sup> épuisement . . .  | 10 gr. 5                | 3,3                                                 | 12                             |

Ce résultat ne donne pas de renseignements bien probants, aussi avons-nous été amenée à étudier l'action d'autres dissolvants.

La solubilité de l'huile de *Jatropha Curcas* dans l'alcool fort, bien que relativement faible à la température ordinaire (1 à 3 %), constitue cependant un caractère dont il est possible de tirer parti expérimentalement. C'est en effet dans la fraction de l'huile soluble dans l'alcool

que les chercheurs s'accordent à situer le principe toxique.

Aussi avons-nous tout d'abord essayé, par quelques expériences préliminaires, de réaliser la méthode la plus efficace pour extraire cette fraction.

Le mode opératoire, à quelques variantes près, est analogue au précédent. C'est ainsi que 175 centimètres cubes d'huile extraite à froid au laboratoire et 175 centimètres cubes d'alcool à 95° ont été agités mécaniquement dans une éprouvette graduée de 500 centimètres cubes, bouchant à l'émeri, pendant une heure et demie, puis abandonnés au repos. Il se forme deux couches, mais ici, la couche inférieure est constituée par de l'huile tenant un peu d'alcool en dissolution ; elle atteint un volume de 185 centimètres cubes, tandis que la couche supérieure est une solution alcoolique d'huile.

Une nouvelle agitation mécanique d'une heure et demie n'ayant rien changé à la hauteur des niveaux respectifs, on siphonne la partie supérieure et on la distille, sous pression réduite, pour chasser l'alcool. On obtient ainsi un liquide jaune d'or, visqueux, tenant en suspension des cristaux blancs.

Deux nouvelles extractions par l'alcool à 95°, réalisées toujours dans les mêmes conditions, avec le liquide trouble resté à la partie inférieure de l'éprouvette, ont donné deux produits nettement plus clairs et plus fluides que le précédent, voici leurs caractères :

|                                | Poids<br>brut<br>obtenu | Quantité %<br>par rapport<br>au poids<br>de l'huile | Indice<br>d'acétyle<br>(ANDRÉ) |
|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1 <sup>er</sup> épuisement . . | 2 gr. 5                 | 1,4                                                 | 66                             |
| 2 <sup>e</sup> épuisement . .  | 1 gr. 9                 | 1,1                                                 | 25                             |
| 3 <sup>e</sup> épuisement . .  | 1 gr.                   | 0,5                                                 | —                              |

Ayant ainsi reconnu l'intérêt de l'étude de l'épuisement de l'huile par de l'alcool fort et voulant obtenir une plus grande quantité de produit, 990 centimètres cubes d'huile extraite à froid au laboratoire, soit 910 grammes, ont été successivement épuisés six fois par 990 centimètres cubes d'alcool à 96°.

La marche de l'opération s'est effectuée suivant la technique adoptée précédemment ; pour chaque extraction, l'agitateur mécanique a fonctionné une heure et demie. Après repos, le liquide situé à la partie supérieure est siphonné, puis remplacé dans l'éprouvette par un nouveau volume d'alcool à 96° égal au volume du liquide huileux restant.

Les six liqueurs alcooliques sont, après extraction, distillées successivement sous pression réduite. On obtient ainsi des liquides visqueux, le premier de teinte jaune ambré, tenant en suspension des cristaux blancs, les autres homogènes, de moins en moins colorés jusqu'au sixième dont l'aspect est semblable à celui de l'huile elle-même.

Ils possèdent une odeur peu accentuée mais cependant très caractéristique. Leurs principaux caractères chimiques se trouvent consignés dans le tableau suivant :

|                            | Poids<br>brut<br>obtenu | Quantité<br>%<br>par<br>rapport<br>au poids<br>de l'huile | Indices                            |                           |                   |                      |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|
|                            |                         |                                                           | d'acidité<br>en acide<br>oléique % | de<br>saponi-<br>fication | d'iode<br>(HANUS) | d'acétyle<br>(ANDRÉ) |
| 1 <sup>er</sup> épuisement | 11 gr.                  | 1,21                                                      | 1,23                               | 141                       | 95                | 67                   |
| 2 <sup>e</sup> —           | 8,5                     | 0,94                                                      | 0,83                               | 156                       | 101               | 55                   |
| 3 <sup>e</sup> —           | 6                       | 0,67                                                      | 0,62                               | 160                       | 101               | 42                   |
| 4 <sup>e</sup> —           | 5                       | 0,59                                                      | 0,34                               | 168                       | 102               | 30                   |
| 5 <sup>e</sup> —           | 4,5                     | 0,57                                                      | 0,21                               | 170                       | 102               | 23                   |
| 6 <sup>e</sup> —           | 4                       | 0,52                                                      | 0,15                               | 175                       | 102               | 23                   |

L'examen de ce tableau montre, tout d'abord, que l'indice d'acétyle des différentes fractions est assez élevé. De plus, l'acidité va en diminuant du premier au sixième épuisement, l'indice de saponification, d'abord faible, augmente et devient, au sixième épuisement, analogue à celui de l'huile. L'indice d'iode croît lentement.

Pour pouvoir se rendre compte des *modifications produites* par ces épuisements sur la *composition primitive de l'huile*, des échantillons du résidu huileux ont été prélevés après le premier, le deuxième et le quatrième épuisements. Le traitement de ces résidus par l'éther permet d'en chasser l'alcool par lavages à l'eau distillée, dans une ampoule à décantation ; les différentes solutions éthérées, après un séjour de 24 heures sur du sulfate de sodium anhydre, sont alors distillées sous pression réduite.

L'analyse de ces huiles résiduelles a donné les résultats suivants :

|                                    | Indices                            |                           |                   |                      |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|
|                                    | d'acidité<br>en acide<br>oléique ‰ | de<br>saponi-<br>fication | d'iode<br>(HANUS) | d'acétyle<br>(ANDRÉ) |
| Huile primitive.                   | 0,40                               | 178                       | 98                | 8                    |
| — après 1 <sup>er</sup> épuisement | 0,35                               | 178                       | 98                | 4                    |
| — après 2 <sup>e</sup> —           | 0,28                               | 179                       | 98                | 3                    |
| — après 4 <sup>e</sup> —           | 0,06                               | 180                       | 99                | 2                    |
| — après 6 <sup>e</sup> —           | 0,05                               | 180                       | 98                | 2                    |

Dès le premier épuisement, l'indice d'acétyle diminue de moitié, mais, malgré les extractions répétées, il ne s'annule pas et semble se fixer à 25 % de sa valeur pri-

mitive. Il n'y a donc plus d'intérêt à poursuivre de nouveaux épuisements.

Les indices d'iode et de saponification ne varient pas ; l'acidité de l'huile diminue peu à peu, comme cela était à prévoir, étant donnée la plus grande solubilité dans l'alcool des acides gras libres que des glycérides.

*Analyse des fractions de l'huile solubles dans l'alcool.*

— Les fractions résultant des quatre premiers épuisements par l'alcool de l'huile de *Jatropha Curcas*, réunies, sont tout d'abord saponifiées à chaud par un excès de solution alcoolique de potasse caustique. Le liquide obtenu, étendu avec de l'eau distillée, est agité dans une ampoule à décantation, plusieurs fois avec de l'éther, qui ne dissout que les *matières insaponifiables*. Les liqueurs étherées réunies sont lavées avec de l'eau distillée, abandonnées pendant 24 heures sur du sulfate de sodium desséché et enfin distillées.

On obtient ainsi 90 centigrammes d'une masse pâteuse, amorphe, de couleur jaune orangé, possédant une odeur particulière et qui représente environ 0,1 % du poids de l'huile mise en œuvre.

D'autre part, les *acides gras* sont libérés de la solution aqueuse par addition d'acide chlorhydrique dilué et repris par de l'éther qui les dissout. Cette nouvelle solution étherée, traitée comme la première, donne, après évaporation, une masse cristalline jaunâtre, à odeur savonneuse. Les caractères de ces deux produits sont résumés ci-dessous :

|                                         | Matières<br>insaponifiables | Acides<br>gras |
|-----------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Quantité % par rapport à l'huile totale | 0,1                         | 3              |
| Indice de saturation . . . . .          | 0,05                        | 198            |
| Poids moléculaire moyen . . . . .       | —                           | 280            |
| Indice de saponification . . . . .      | 0                           | 200            |
| Indice d'iode (HANUS) . . . . .         | 70                          | 106            |
| Indice d'acétyle (E. ANDRÉ) . . . . .   | 140                         | 0              |

On voit ainsi nettement que la valeur élevée de l'indice d'acétyle des quatre premiers épuisements de l'huile par l'alcool à 96° provenait, non des acides gras, mais des matières insaponifiables de l'huile elle-même.

Les *cinquième et sixième épuisements* de l'huile par l'alcool à 96° représentant 1 % de l'huile, sont ensuite réunis puis traités comme précédemment. Ils se séparent en une partie neutre et en acides gras dont voici les caractères chimiques principaux :

|                                         | Matières<br>insaponifiables | Acides<br>gras |
|-----------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Quantité % par rapport à l'huile brute. | 0,01                        | 0,95           |
| Indice de saturation . . . . .          | —                           | 195            |
| Indice de saponification . . . . .      | —                           | 195            |
| Poids moléculaire moyen . . . . .       | —                           | 287            |
| Indice d'iode (HANUS) . . . . .         | —                           | 107            |

En résumé, les épuisements de l'huile par l'alcool fort ne sont intéressants que parce qu'ils renferment la majeure partie des matières insaponifiables de l'huile elle-même. Aussi allons-nous maintenant, avant de terminer leur étude, nous occuper des substances insaponifiables et des acides gras totaux extraits de l'huile et les étudier parallèlement.

### B. — ÉTUDE DES MATIÈRES INSAPONIFIABLES ET DES ACIDES GRAS

On pouvait, à partir de l'huile de *J. Curcas*, séparer directement ces deux groupes de constituants, en saponifiant l'huile et en épuisant la solution savonneuse qui en résulte par de l'éther.

Étant donnée la petite quantité de matières insaponifiables, il est préférable de les concentrer dans une fraction spéciale comme il a été pratiqué par dissolution dans l'alcool et de les isoler en saponifiant cette fraction. On arrive ainsi plus vite au but et avec des rendements meilleurs.

**Substances insaponifiables.** — Elles se présentent uniformément sous l'aspect d'une masse jaune plus ou moins foncée suivant la provenance de l'huile, amorphe, possédant une odeur âcre et nauséabonde. Nous avons tout d'abord essayé de les décolorer en chauffant pendant quelques minutes leurs solutions éthérées avec du noir animal. Le filtrat est moins coloré, mais il conserve une teinte foncée qui ne s'éclaircit guère quand on renouvelle le traitement par le noir animal.

Pour obtenir une meilleure purification, nous avons adopté, après quelques tâtonnements, la technique suivante :

Le produit dissous dans de l'éther de pétrole léger est, après filtration, abandonné à l'évaporation lente dans un verre de forme haute. Dans ces conditions, les impuretés et les pigments grimpent le long des parois et on recueille, dans le fond du vase, des cristaux parfaitement blancs et d'aspect soyeux, en forme de fines aiguilles terminées en pointe.

Leur point de fusion déterminé par la méthode du tube capillaire est de 135°-136°. La petite quantité de cristaux ainsi recueillis ne nous a pas permis, avec l'appareillage dont nous disposions, de déterminer avec précision le pouvoir rotatoire spécifique.

Les réactions de LIEBERMANN et de SALKOWSKI donnent avec ce produit, la première une coloration vert-violet, lorsqu'ayant formé l'acétate correspondant par l'action de l'anhydride acétique à l'ébullition, on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique pur. Pour la seconde, le mélange d'une solution chloroformique du produit avec un égal volume d'acide sulfurique pur développe bientôt une magnifique coloration rouge sang. Ces réactions montrent qu'il s'agit d'un phytostérol paraissant s'apparenter au groupe des *sitostérols*.

Pour nous en assurer, nous avons préparé le dérivé acétylé, en traitant le stérol par l'anhydride acétique à l'ébullition. Le point de fusion de l'acétate de phytostéryle pur, obtenu après plusieurs cristallisations dans l'alcool absolu, est de 127°, ce qui confirme notre hypothèse.

Le produit de grimpage, isolé le mieux possible par des cristallisations successives dans l'éther de pétrole, du phytostérol contenu dans sa masse, se présente sous l'aspect d'une substance résineuse amorphe, brun-rouge, dont la petite quantité recueillie n'a pas permis d'en effectuer une étude approfondie. Son acidité se montre élevée.

Il semble que les quantités de stérol et de résine soient dans le rapport de un à deux ; leur ensemble représente 0,1 % de l'huile primitive.

**Acides gras totaux.** — Les acides retirés de l'huile de *J. Curcas* ont été isolés en saponifiant la partie de l'huile

insoluble dans l'alcool (pratiquement constituée de glycérides) puis les savons dissous dans l'eau sont décomposés par de l'acide chlorhydrique dilué et repris par l'éther. La solution étherée, après passage de 24 heures sur du sulfate de sodium anhydre, est alors distillée.

A ces acides, nous avons joint les acides retirés des fractions solubles dans l'alcool et recueillis après leur séparation d'avec les matières insaponifiables.

Le produit obtenu présente les caractères suivants :

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Quantité dans l'huile . . . . .      | 89,5 % |
| Indice de saturation . . . . .       | 198    |
| Indice de saponification . . . . .   | 198    |
| Poids moléculaire moyen . . . . .    | 283    |
| Indice d'iode (HANUS) . . . . .      | 102    |
| Indice d'acétyl (E. ANDRÉ) . . . . . | 0      |

L'indice d'iode élevé de ce mélange montre qu'il renferme, avec des acides solides saturés, des acides liquides non saturés, aussi allons-nous tout d'abord séparer ces deux groupes de constituants et les étudier l'un après l'autre.

**a) Séparation des acides saturés  
et des acides non saturés.**

Voici comment nous avons opéré : les acides totaux de l'huile étant dissous dans de l'acétone rectifiée bouillant à 56°-57°, on soumet la solution à l'action du froid (mélange de glace et de sel). Les acides solides cristallisent ; après filtration rapide sur un entonnoir de BÜCHNER préalablement refroidi, on recommence l'opération jusqu'à ce que l'on n'obtienne plus de cristaux. Le résidu liquide est alors distillé afin de chasser les dernières traces

de solvant, placé lui-même dans un mélange de glace et de sel, il laisse déposer quelques cristaux qui sont séparés par essorage.

1. ACIDES LIQUIDES. — Les acides liquides se présentent sous la forme d'un liquide visqueux de couleur jaune pâle, ayant un indice d'iode de 116 et un indice de saturation de 187.

On peut préciser leur composition au moyen des dérivés bromés ; les dérivés bromés des acides oléique, linoléique et linolénique présentent en effet des solubilités très différentes dans l'éther et dans l'éther de pétrole, ce qui permet ainsi leur séparation.

Nous avons préparé les dérivés bromés par la méthode suivante (1) : les acides totaux sont dissous dans du chloroforme, la solution est refroidie dans un mélange de glace et de sel puis on ajoute, goutte à goutte, en agitant, une solution chloroformique de brome à 5 %, jusqu'à faible coloration jaune persistante.

On laisse au repos dans un lieu frais pendant 24 heures, puis la solution chloroformique est lavée dans une ampoule à décantation, d'abord avec une solution d'hypo-sulfite de sodium qui enlève tout excès de brome, ensuite avec de l'eau distillée ; on sèche sur du chlorure de calcium desséché et on distille le chloroforme.

Le produit obtenu est une masse pâteuse pesant 16 grammes (le poids d'acides mis en œuvre était de 9 grammes) ; on l'épuise d'abord par de l'éther qui dissout le dérivé bromé de l'acide oléique ; celui-ci, après distillation de la solution éthérée, apparaît comme un

(1) M.-Th. FRANÇOIS. Contribution à l'étude des huiles d'animaux marins. *Thèse Doct. Sc.*, Paris, 1929, p. 55.

liquide épais, très coloré, ayant un poids de 11 grammes (1).

Le résidu est ensuite traité par de l'éther de pétrole : il s'y dissout complètement. La solution abandonne, après distillation, un composé cristallisé pesant 5 grammes dont le point de fusion est 113°-114°. Il s'identifie ainsi avec le tétrabromure de linoléyle.

Les acides liquidés ne renferment donc pas d'acide linoléique, mais environ 78 % d'acide oléique et 22 % d'acide linoléique.

2. ACIDES SOLIDES. — Nous avons fait cristalliser des solutions acétoniques des acides gras saturés dont le point de fusion est 53°-54° (non corrigé) et le poids moléculaire moyen 266.

Après un grand nombre de cristallisations dans l'acétone, puis dans l'alcool fort, nous sommes parvenu à isoler en petite quantité de l'acide stéarique (point de fusion 69° ; poids moléculaire 280) et de l'acide palmitique (point de fusion 62° ; poids moléculaire 254).

Enfin, dans les eaux-mères, on arrive à caractériser l'acide myristique (point de fusion 54°).

Ces résultats confirment qualitativement les indications données par les différents auteurs.

En résumé, les acides gras extraits de l'huile de *Jatropha Curcas* paraissent uniquement constitués par les acides stéarique, palmitique, myristique, oléique, linoléique ; de plus, les méthodes utilisées ont été impuissantes à déceler la présence d'un acide-alcool de nature particulière, analogue à l'acide ricinoléique. Pour nous en

(1) Les essais d'usage ont montré qu'il n'y avait aucune trace d'acide  $\beta$  linoléique.

assurer d'une manière plus certaine, nous avons préparé les esters éthyliques.

***b) Distillation fractionnée des esters éthyliques  
des acides gras de l'huile.***

Nous avons donc essayé de séparer, par distillation fractionnée, sous pression réduite, non les acides gras totaux, mais leurs esters éthyliques, généralement plus faciles à recueillir et à identifier.

Pour préparer ceux-ci, on estérifie les acides gras totaux d'une huile extraite à froid au laboratoire, en les faisant bouillir au réfrigérant à reflux pendant 6 heures avec leur poids d'alcool à 95° et 3 % environ d'acide sulfurique concentré. L'ester obtenu est séparé de l'excès d'acide en versant le mélange, dans une ampoule à décantation sur de l'eau distillée, et en neutralisant avec du bicarbonate de sodium jusqu'à cessation d'effervescence ; on l'épuise alors avec de l'éther. La solution éthérée, après lavage à l'eau distillée, séchage sur du sulfate de sodium anhydre et évaporation sous pression réduite donne 394 grammes d'esters éthyliques, pour 390 grammes d'acides.

Les esters éthyliques sont alors distillés dans le vide partiel. L'appareil distillatoire se compose essentiellement : d'un ballon de CLAYSEN dans lequel on place la substance à distiller, d'un réfrigérant constitué par un simple tube de verre, d'un appareil à fractionnement (1) dont le fonctionnement nécessite l'emploi de deux pompes à vide, d'un petit ballon à fond rond destiné à recueillir

(1) ÉM. ANDRÉ. Appareil à fractionnement pour distillation sous pression réduite. *Bull. Soc. chim. de Fr.*, 1924, (4), **35**, p. 647.

|                          | Température | Pression | Poids brut obtenu | Quantité % par rapport au poids d'esters | Indices   |                   | Poids moléculaire moyen des esters | Poids moléculaire moyen des ac. gras. | Indices         |                       | Déviation polari-métrique (tube de 20 cm.) |
|--------------------------|-------------|----------|-------------------|------------------------------------------|-----------|-------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------------------|
|                          |             |          |                   |                                          | d'acidité | de saponification |                                    |                                       | d'iode (HAASUS) | d'acétyle (EM. ANDRÉ) |                                            |
| 1 <sup>re</sup> fraction | 200-211°    | 17 mm.   | 25 gr.            | 6,4                                      | 3,7       | 187               | 300                                | 272                                   | 77              | 10                    | — 4"                                       |
| 2 <sup>e</sup> fraction. | 213°        | 17 mm.   | 200               | 51,2                                     | 4         | 186               | 300                                | 272                                   | 86              | 9                     | 0                                          |
| 3 <sup>e</sup> fraction. | 213-223°    | 17 mm.   | 141               | 36,1                                     | 7         | 183               | 305                                | 277                                   | 100             | 8                     | 0                                          |
| 4 <sup>e</sup> fraction. | 223-235°    | 17 mm.   | 13                | 3,3                                      | —         | 181               | 306                                | 278                                   | 104             | 9                     | —                                          |
| Résidu . .               | —           | —        | 4                 | 1                                        | —         | 147               | 404 (1)                            | —                                     | 109             | —                     | —                                          |

(1) Présence des matières insaponifiables entraînées.

lir le distillat, enfin d'un générateur de gaz carbonique servant à envoyer dans l'appareil une atmosphère de gaz inerte nécessaire à l'ébullition.

Voici quels ont été les résultats de l'opération :

Les trois premières fractions sont des liquides incolores, non visqueux, à odeur aromatique.

La quatrième fraction possède une couleur jaunâtre ; moins mobile, ce liquide se sépare par le froid en une partie cristallisée qui tombe au fond (vraisemblablement du stéarate d'éthyle).

Le résidu est constitué par un liquide fortement coloré.

L'examen du tableau montre que :

La petite quantité de matières insaponifiables dont on n'avait pas pris soin de débarrasser les acides gras ou l'huile avant leur emploi, car l'opération est longue et fastidieuse, s'accumulent dans le résidu.

La totalité des esters distille dans un intervalle de température assez faible ( $200^{\circ}$ - $235^{\circ}$ ) sous 17 millimètres. Les poids moléculaires moyens peu différents et les indices d'iode régulièrement croissants des fractions, indiquent que les mélanges sont constitués en proportions variables par du myristate, du palmitate, du stéarate, de l'oléate et du linoléate d'éthyle, ces deux derniers étant particulièrement abondants pour les fractions 3 et 4. A aucun moment, l'indice d'acétyle des fractions ne prend une valeur notable indiquant la possibilité de la présence d'un acide-alcool. Le pouvoir rotatoire est identiquement nul.

---

## CHAPITRE V

### A. — ACTION DU FROID SUR L'HUILE DE *JATROPHA CURCAS*

Quand on abandonne pendant un certain temps l'huile de *J. Curcas* à une température voisine de 0°, elle se sépare en deux parties. Une masse cristalline qui tombe peu à peu au fond du vase, et un liquide clair surnageant.

Trois cents grammes environ d'huile extraite à froid par dissolution au moyen de l'éther de pétrole fournissent ainsi 60 grammes d'une masse blanchâtre qui a été séparée par essorage rapide dans un entonnoir de BÜCHNER préalablement refroidi. Le produit solide ainsi obtenu est purifié par cristallisations répétées dans de l'acétone rectifiée. Il représente en définitive 5 % environ de l'huile primitive.

L'huile résiduelle résiste bien à l'action du froid et ne se prend en masse qu'à une température voisine de —10°.

La détermination des constantes de ces produits a donné les résultats suivants :

| Noms<br>des fractions | Quantité<br>% | Densité | Indice    |                      |                   |                     | Point<br>de<br>fusion |
|-----------------------|---------------|---------|-----------|----------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
|                       |               |         | d'acidité | de<br>saponification | d'iode<br>(HANUS) | d'acétyl<br>(ANDRÉ) |                       |
| Huile primitive.      | 100           | 0,9201  | 0,55      | 177                  | 97                | 4                   | —                     |
| Partie fluide.        | 95            | 0,9188  | 0,55      | 176                  | 99                | 4                   | —                     |
| Partie solide         | 5             | —       | 0,6       | 189                  | 61                | —                   | 30°                   |

L'examen du tableau précédent montre que la fraction cristallisée présente une acidité faible ; son indice de saponification élevé indique qu'elle est essentiellement constituée par des glycérides. L'indice d'iode atteint les deux tiers environ de celui de l'huile primitive ; il correspond sensiblement à un glycéride mono-saturé-dioléique ou à un glycéride disaturé-monolinoléique.

Pour choisir entre ces deux hypothèses, nous avons saponifié une fraction des glycérides par de la soude en solution aqueuse, puis les savons sodiques ont été transformés en sels de plomb, suivant la méthode de VARRENTRAPPE modifiée par LEWKOWITSCH (1).

Les savons plombiques, solubles dans l'éther, sont immédiatement décomposés par de l'acide chlorhydrique dilué et les acides gras non saturés ainsi libérés, analysés.

Leur indice d'iode est de 94 (indice de HANUS), ce qui confirme la présence d'acide oléique (indice d'iode théorique 90,6).

D'autre part, l'indice de saponification permet de calculer le poids moléculaire moyen du glycéride, il s'élève à 888, or ce chiffre est voisin du poids moléculaire du dioléomonostéaride (886). Comme les indices d'iode coïncident sensiblement (trouvé 61, calculé 57,3 pour le monostéarodioléide), on peut penser que le dioléomonostéaride est présent dans l'huile de *J. Curcas*.

Ce glycéride serait peu répandu ; il a été signalé pour la première fois dans la graisse humaine par PARTHEIL et FÉRIÉ (2).

(1) J. LEWKOWITSCH. Technologie et analyse chimique des huiles, graisses et cires. 2<sup>e</sup> édition française, par Em. BONToux. Paris, 1929, Dunod, édit., pp. 779-782.

(2) PARTHEIL et FÉRIÉ. Zur Kenntniss der Fett. Arch. der Pharm., 1903, **241**, p. 545.

\*

\* \*

Afin d'approfondir le mécanisme de la congélation, nous avons demandé à M. BOURDIOL, Agrégé de l'Université, de bien vouloir examiner la formation des cristaux sur différents échantillons d'huile de *J. Curcas*.

Nous le remercions très vivement de nous communiquer les résultats suivants, encore inédits.

Désignons par :

A, l'huile du Portugal ;

B, l'huile extraite par épuisement avec de l'éther ;

C, l'huile extraite par épuisement avec de l'éther de pétrole.

1° Ces trois spécimens d'huile ont tout d'abord été placés dans une glacière pendant quelques heures.

Les échantillons A et B n'ont pas changé d'aspect.

L'huile C est devenue trouble ; on distingue dans sa masse d'abondantes granulations blanches très fines.

Examinées au microscope polarisant, ces dernières se présentent sous l'aspect de curieux amas biréfringents, ayant la structure de sphérolithes, c'est-à-dire formés de nombreuses aiguilles microcristallines groupées autour d'un centre, leur axe optique étant orienté dans le sens de la longueur (Pl. V, fig. 1).

Quelquefois, les sphérolithes sont constituées par de véritables cristaux faciles à séparer mécaniquement les uns des autres et d'aspect semblable à celui des glycérides solides déjà observés dans les huiles d'Olive et de Ricin.

Dans d'autres cas, la masse biréfringente semble for-

mer un tout, les particules élémentaires étant seulement orientées autour d'un centre. Ce solide paraît plutôt être un élément figuré anisotrope à structure radiale qu'un cristal. Entre nicols croisés, en lumière parallèle, il présente une croix noire coupée à angle droit par des lignes colorées concentriques. Ce fait a déjà été observé pour d'autres sphérolithes, en particulier dans le cas de certains alcaloïdes (codéine). Ici, nous nous trouvons en présence de parcelles de glycérides cristallisés.

Le phénomène de la croix noire que l'on observe aussi dans les deux autres cas (mais alors sans anneaux colorés) paraît dû à une polarisation rotatoire s'établissant normalement à chaque axe optique (sphérolithes à fibres tendues).

2° Si l'on opère différemment, en maintenant l'huile pendant quelques jours à  $-20^{\circ}$ , et si on laisse remonter ensuite la température jusqu'à  $0^{\circ}$ , les trois échantillons ne se comportent pas de manière identique.

L'huile A, très difficile à cristalliser, se présente alors sous l'aspect d'un fluide trouble et translucide. Observée entre nicols croisés, sa masse isotrope apparaît constellée par des sortes de lamelles de forme irrégulière quelconque, mais d'épaisseur constante (Pl. V, fig. 2) ; de plus, elles sont homœotropes, c'est-à-dire que l'axe optique de ces lamelles possède une direction bien déterminée parallèle à l'allongement de la lamelle ; aussi s'éteignent-elles brusquement par un changement d'orientation de la préparation. Elles ne sont ni assez épaisses, ni assez biréfringentes pour donner les couleurs de NEWTON, mais en y adjoignant une lame teinte sensible on les voit se colorer en vert, vert bleuâtre, rouge orangé, etc.. Ces teintes sont caractéristiques de l'état homœotrope.

PLANCHE V

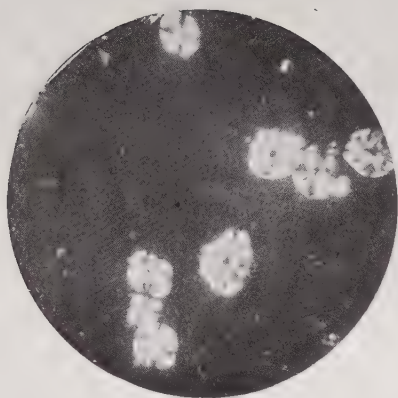


Fig. 1. — Sphérolithes de l'huile C restée quelques heures dans la glacière.

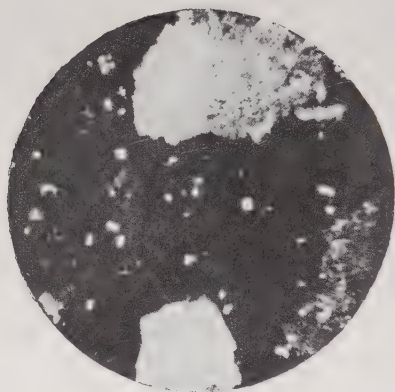


Fig. 2. — Sphérolithes de l'huile A.

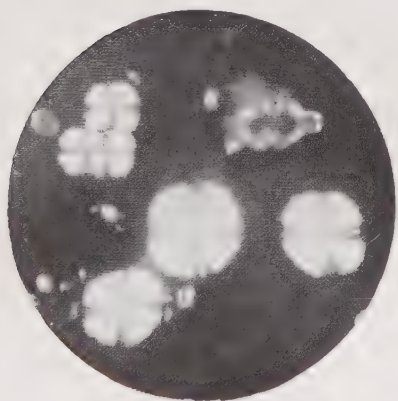


Fig. 3. — Sphérolithes de l'huile B.

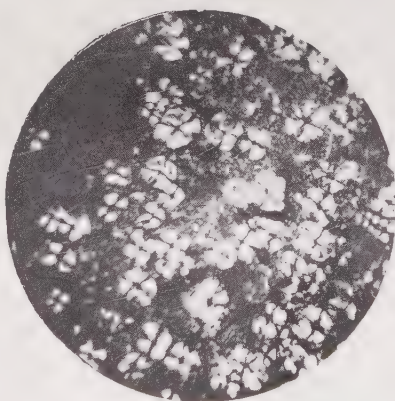


Fig. 4. — Sphérolithes de l'huile C.

Ces trois derniers échantillons d'huile, après un séjour de quelques jours à  $-20^{\circ}$ , ont été observés à  $0^{\circ}$  —.



Vers  $+15^{\circ}$ , tout disparaît par fusion ou dissolution de la masse.

Les échantillons B et C contiennent tous deux, au contraire, à la température de  $0^{\circ}$ , des dépôts très épais formés par des sphérolithes solides plus ou moins sphériques ; il faut élever la température à  $+10^{\circ}$  pour que ceux-ci commencent à se dissoudre ; leur disparition totale ne s'effectue que vers  $+15^{\circ}$ .

Les sphérolithes de B (fig. 3) semblent avoir une structure plus grossière sans lignes isochromatiques ; ceux de C (fig. 4) paraissent analogues aux cristaux isolés de la même fraction et précédemment étudiés, leurs dimensions sont cependant moins régulières.

En résumé, l'étude physique des produits cristallisés de l'huile de *J. Curcas* confirme les résultats obtenus par l'étude chimique. Elle établit, dans les échantillons obtenus par épuisement à froid, que l'on se trouve en présence d'un seul composé défini ayant les caractères physiques d'un triglycéride en concordance avec les recherches chimiques qui nous avaient amené à rapporter ces cristaux à un dioléomonostéaride.

Il n'est pas jusqu'aux petites perturbations, constatées dans les observations optiques (halos), qui ne puissent être rapprochées des traces d'impuretés relevées dans l'étude chimique (matières insaponifiables).

Nous avons aussi remarqué que l'huile de *J. Curcas* extraite par expression à chaud, cristallise bien plus difficilement que celle obtenue par épuisement (éther, éther de pétrole ou benzène) et nous n'avons jamais pu recueillir assez de cristaux pour en faire l'étude.

## B. — ACTION MÉNAGÉE DE LA CHALEUR

Beaucoup d'erreurs étaient encore répandues à la fin du siècle dernier sur les possibilités de l'emploi industriel de l'huile de *J. Curcas*. Ainsi ARCHBUTT (1) déclare que ce produit ne peut être utilisé au graissage des machines car il s'épaissit considérablement en 24 heures ; l'huile de *J. Curcas* était alors rangée parmi les huiles demi-siccatives et susceptible, comme telle, d'être utilisée dans l'industrie.

Son indice d'iode inférieur à 100 permet de la classer maintenant parmi les huiles non siccatives à côté des huiles d'Olive, d'Amande, de Ricin. Sa siccativité, étudiée à l'Imperial Institute de Londres (2), n'est cependant pas tout à fait nulle : l'huile de *J. Curcas*, exposée à la lumière et à l'air pendant 7 jours, présente, au bout de ce temps, de légères traces de dessiccation, tandis que l'huile de Ricin, traitée de la même façon, ne paraît pas modifiée.

A notre connaissance, l'action ménagée de la chaleur sur l'huile de Purghère n'a pas encore été étudiée ; elle est cependant capable, comme on le verra par la suite, de fournir des indications sur les possibilités d'utilisation industrielle de ce produit.

Différents essais ont été effectués.

Dans une première série, 150 grammes d'huile, extraite par dissolution au moyen du benzène à froid, ont été

(1) D'après FELKE. Ueber die Giftstoffe der Samen von *J. Curcas*. *Landw. Vers. Stat.*, 1913, **82**, p. 431.

(2) ANONYME. Fixed oil of *J. Curcas* seeds. *Bull. of the Imper. Inst. London*, 1921, **19**, n° 3, pp. 288-290.

chauffés à une température variant de 190 à 200°, pendant 18 heures. Au bout de ce temps, l'huile n'a pas perdu de poids, mais elle est devenue plus visqueuse, elle a acquis une couleur brunâtre fluorescente ; son odeur s'est aussi modifiée, bien qu'elle soit nettement différente de l'odeur caractéristique de l'huile brûlée.

Voici comment les caractères principaux ont évolué :

|                                    | Densité | Viscosité |        | Indice    |                   |                |                   |
|------------------------------------|---------|-----------|--------|-----------|-------------------|----------------|-------------------|
|                                    |         | 35°       | 100°   | d'acidité | de saponification | d'iode (Hanus) | d'acétyle (André) |
| Huile crue . . . .                 | 0,9201  | 0,352     | 0,0623 | 0,5       | 177               | 97             | 4                 |
| Huile chauffée pendant 18 heures . | 0,9336  | 0,680     | 0,0972 | 2 0/0     | 195               | 88             | 6,6               |

On constate une légère augmentation de la densité, des indices de saponification, d'acétyle et de l'acidité libre ; cette dernière, cependant, reste faible. L'indice d'iode a subi, par contre, une diminution de 10 % environ.

La viscosité a varié beaucoup plus profondément. A 35°, elle atteint à peu près le double de sa valeur primitive, mais, à 100°, elle représente 150 % de celle-ci.

En vue de suivre, en fonction de la durée du chauffage, les modifications apportées dans les principales propriétés de l'huile, nous avons entrepris une seconde série d'expériences.

Pour rendre toutes conditions semblables, des quantités d'huile sensiblement comparables ont été disposées

dans une série de fioles d'ERLENMEYER en pyrex, provenant de la même livraison. Ces dernières furent déposées au même instant dans une étuve chauffée à  $215^{\circ}$ - $225^{\circ}$ , puis retirées après 3, 6, 9, 12, 15, 18 et 21 heures.

Les déterminations suivantes ont été effectuées sur chaque échantillon après refroidissement :

|                                   | Densité | Viscosité |        | Indice    |                   |
|-----------------------------------|---------|-----------|--------|-----------|-------------------|
|                                   |         | 35°       | 100°   | d'acidité | d'iode<br>(HANUS) |
| N° 1. Huile chauffée pendant 3 h. | 0,9224  | 0,436     | 0,0725 | 0,6       | 96                |
| N° 2 — — 6 h.                     | 0,9257  | 0,518     | 0,0864 | 1,2       | 94                |
| N° 3 — — 9 h.                     | 0,9277  | 0,608     | 0,0893 | 1,5       | 92                |
| N° 4 — — 12 h.                    | 0,9280  | 0,657     | 0,1007 | 1,8       | 90                |
| N° 5 — — 15 h.                    | 0,9328  | 0,848     | 0,1112 | 1,9       | 87                |
| N° 6 — — 18 h.                    | 0,9349  | 1,015     | 0,1291 | 2,2       | 84,5              |
| N° 7 — — 21 h.                    | 0,9359  | 1,081     | 0,1370 | 2,4       | 81                |

L'examen du tableau montre que les remarques faites au sujet de la densité, de l'indice d'acidité et de l'indice d'iode, à propos des opérations précédentes réalisées dans des conditions un peu différentes, s'appliquent parfaitement au cas actuel. La viscosité déterminée à  $35^{\circ}$  et à  $100^{\circ}$  croît lentement, mais d'une manière continue. Il paraît y avoir très peu de différence entre les chiffres correspondant au chauffage pendant 18 heures ou pendant 21 heures.

L'huile de *J. Curcas*, crue ou chauffée pendant un laps de temps plus ou moins prolongé, est soluble en toutes proportions dans l'huile de paraffine. On peut donc imaginer la préparation de mélanges lubrifiants répondant à des qualités variées et à des usages déterminés,

C. — PYROLYSE DE L'HUILE DE *JATROPHA CURCAS*

Dans un précédent chapitre, nous avons établi que l'huile de *J. Curcas* possède un point éclair et un point feu particulièrement élevés. De plus, on a vu ci-dessus que l'action ménagée de la chaleur modifie surtout la viscosité de l'huile, il reste à examiner le mode de décomposition pyrogénée du lipide.

Des travaux récemment publiés (1) ont montré les indications précieuses que peut fournir l'étude des produits de la pyrolyse d'un corps gras quand on cherche à en déterminer la composition. Dans le cas particulier de l'huile de Pignon d'Inde, uniquement constituée par des triglycérides des acides myristique, palmitique, stéarique, oléique et linoléique, accompagnés d'une petite quantité de matières insaponifiables, libres ou combinées, il paraît utile de chercher à élucider le « mécanisme » de l'altération, laquelle peut être comparable à celle des huiles d'Olive et d'Arachide dont les constituants principaux ne varient que par leurs proportions relatives.

Toutes les opérations ont été réalisées dans un courant de gaz carbonique pour éviter l'action oxydante de l'air à haute température. On a utilisé l'appareil distillatoire habituel légèrement modifié. Un thermomètre plonge dans l'huile pour en indiquer à chaque instant la température exacte ; entre le manomètre et le séparateur, on intercale un petit barboteur refroidi dans un mélange de glace et de sel pour arrêter le plus possible les matières

(1) R. DELABY et R. CHARONNAT. Sur la pyrolyse des huiles végétales à indice d'acétyle notable. *Bull. Sc. pharmacol.*, 1931, **38**, pp. 17-23.

volatiles. Le ballon destiné à recueillir le distillat est lui-même placé dans un mélange réfrigérant.

Quand on élève progressivement la température en partant d'une pression initiale de 25 millimètres, on constate, vers 300°, la formation de vapeur d'eau qui vient se déposer sur les parois du réfrigérant. Il se produit aussi des vapeurs non condensables dont une quantité notable peut se déceler vers 325°. Enfin, à 340°, la pyrogénéation se déclanche, la masse huileuse mousse abondamment, la distillation commence et se poursuit régulièrement. La température du lipide varie assez peu, mais la pression augmente jusqu'à 60-70 millimètres. La nature du distillat dépend d'ailleurs de la quantité de matière première mise en œuvre et de la durée de l'opération : si l'on adopte, par exemple, une vitesse de distillation uniforme de 10 gouttes par minute, celle-ci se montre en rapport exact avec celle-là. Le rendement apparaît aussi variable, c'est ainsi que dans une opération réalisée sur 150 grammes d'huile, on a recueilli 44 % de produits condensés, dans une autre expérience, 400 grammes de lipide ont donné 266 grammes de distillat, soit 66 % du poids primitif.

Dans le barboteur se trouvent quelques gouttes d'un liquide aqueux à odeur très piquante et dans lequel le réactif de SCHIFF permet de mettre l'acroléine en évidence.

Le distillat proprement dit est constitué par une masse solide, blanc verdâtre, que surnage un liquide ; l'odeur, semblable à celle de l'acroléine, disparaît assez rapidement.

Le résidu, ayant l'aspect d'une masse brune, élastique, apparemment insoluble dans tous les solvants organiques habituels, représente de 25 à 50 % de la matière pre-

mière mise en œuvre (les pertes peuvent être évaluées à 10-15 %).

Le distillat a été dissous dans de l'éther et la solution desséchée sur du sulfate de sodium anhydre, a enfin été fractionnée sous pression réduite. En voici les résultats :

| Fraction n° | Consistance          | Température | Pression | Poids brut (gr) | Pourcentage par rapport aux fractions précédentes | Indice de saturation d'iode (Hanus) |       | Point de fusion |
|-------------|----------------------|-------------|----------|-----------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|-----------------|
| 1           | liquide jaune clair  | 62-180°     | 19       | 9               | 15                                                | 230                                 | 63,5  | —               |
| 2           | liquide jaune clair  | 180-215°    | 19       | 7,5             | 12,5                                              | 200                                 | 63,5  | —               |
| 3           | solide masse blanche | 215-240°    | 19       | 8               | 30                                                | 120                                 | 86,2  | 36°             |
| 4           | masse pâteuse        | 240-270°    | 19       | 16              | 27,5                                              | 78                                  | 111,6 | —               |

L'examen du tableau montre que les fractions n° 1 et n° 2 ont des caractères très voisins ; les ayant réunies, nous avons cherché à séparer en produits acides et produits neutres chacune des fractions 1 + 2, 3, 4.

Pour cela, il suffit d'agiter les mélanges avec une solution aqueuse alcaline en excès et d'épuiser avec de l'éther afin de dissoudre les matières insaponifiables. Une séparation complète est très difficile à obtenir car il se produit des émulsions tenaces qui compliquent beaucoup les opérations ; elle exige un très grand nombre d'épuisements étherés. Les acides sont ensuite libérés par addition d'acide chlorhydrique dilué ; la solution étherée des acides est finalement desséchée et évaporée.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau de la page 98 :

|                                                    | Consistance       | Indice<br>de saturation                   | Poids<br>moléculaire<br>moyen | Indice               |                   |
|----------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------|
|                                                    |                   |                                           |                               | de<br>saponification | d'iode<br>(HANUS) |
| Fraction n° (1 + 2)<br>11 % du poids<br>de l'huile | Partie neutre I   | liquide                                   | —                             | 21                   | 135               |
|                                                    | Partie acide I    | liquide coloré à<br>odeur aromati-<br>que | 192                           | 14                   | 30                |
| Fraction n° 3<br>12 % du poids<br>de l'huile       | Partie neutre II  | liquide à odeur<br>aromatique             | —                             | 4                    | 134,5             |
|                                                    | Partie acide II   | solide blanc                              | 289                           | 0                    | 54                |
| Fraction n° 4<br>11 % du poids<br>de l'huile       | Partie neutre III | liquide à odeur<br>aromatique             | —                             | 8                    | 136,5             |
|                                                    | Partie acide III  | solide                                    | 350                           | 5                    | 80,5              |

*Parties neutres.* — On voit que les parties neutres présentent, à froid, un indice d'acidité négligeable ; par contre, elles possèdent un indice de saponification assez faible, mais toutefois sensible, ce qui indique l'existence d'acydlacroléine (1) ou d'anhydrides d'acides gras produits suivant le mécanisme :



Dans une décomposition plus avancée, l'acydlacroléine se scinde en acide gras et acroléine :



On retrouve en effet, dans la partie acide, les acides saturés non altérés ; quant aux acides éthyléniques présents dans l'huile de *J. Curcas* (acide oléique et linoléique) pour en déterminer plus aisément le mode de décomposition pyrogénée, nous les avons étudiés séparément.

**Décomposition pyrogénée des acides oléique et linoléique.** — Des échantillons d'acide oléique et linoléique purifiés qui possédaient les caractères suivants :

|                       | Poids moléculaire |         | Indice d'iode |         |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------|---------|
|                       | trouvé            | calculé | trouvé        | calculé |
| Acide oléique. . . .  | 286               | 282     | 89,5          | 90,6    |
| Acide linoléique. . . | 285               | 280     | 181,5         | 181,4   |

(1) Cette appellation n'est peut-être pas très correcte, mais elle indique le mode de décomposition ultérieure du produit.

ont été soumis à la distillation pyrogénée sous pression réduite (aux environs de 100 millimètres) jusqu'à une température de 340°.

Dès 180°-200°, on constate la formation de vapeur d'eau qui vient se condenser en gouttelettes le long des parois du réfrigérant, puis, vers 300°-320°, la distillation commence et s'établit régulièrement. On recueille 60 % de distillat dans le cas de l'acide oléique et 54 % avec l'acide linoléique ; les résidus, constitués par une masse brun-noirâtre de consistance élastique et difficilement soluble dans les solvants organiques habituels, représentent respectivement 30 et 36 % de la matière première mise en œuvre. Par différence, on peut déduire que les pertes (produits non condensés et eau) s'élèvent à 10 %.

Ce distillat a l'aspect d'une masse semi-solide surmontée d'un liquide verdâtre à odeur empyreumatique. Ses caractères sont les suivants :

|                            | Poids moléculaire<br>moyen | Indice d'iode<br>(HANUS) |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Acide oléique . . . . .    | 358                        | 81                       |
| Acide linoléique . . . . . | 337                        | 128                      |

On effectue alors une séparation aussi complète que possible en produits acides et produits neutres :

*Produits acides :*

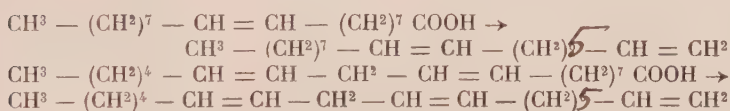
|                            | Indice<br>de<br>saturation | Indice<br>de<br>saponification | Poids<br>moléculaire<br>moyen | Indice<br>d'iode |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Acide oléique . . . . .    | 209                        | 209                            | 267                           | 74               |
| Acide linoléique . . . . . | 209                        | 209                            | 267                           | 125              |

*Produits neutres (15 % du distillat total) :*

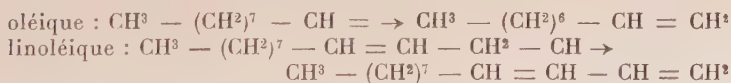
|                            |     |    |     |
|----------------------------|-----|----|-----|
| Acide oléique . . . . .    | 2   | 21 | 122 |
| Acide linoléique . . . . . | 4,5 | 45 | 185 |

L'examen de ces chiffres montre que les parties neutres ont un indice de saponification notable, indiquant la présence d'anhydrides d'acide provenant de la perte d'une molécule d'eau à partir de deux molécules d'acide ; elles contiennent en outre les produits les moins saturés (carbures). Nous avons en effet recherché, au moyen des réactifs chimiques appropriés (bisulfite de sodium, réactif de Denigès, action de la semi-carbazide, de la phénylhydrazine, de l'isocyanate de phényle), la présence d'alcools, de cétones et d'aldéhydes : tous les résultats ont été négatifs. Outre les anhydrides d'acides, les fonctions neutres sont uniquement constituées par des carbures. Ceux-ci proviennent :

1° De la déshydratation des acides (1 molécule d'eau pour 1 molécule d'acide) *et par perte de CO*.



2° De la scission des acides à l'endroit plus vulnérable de la liaison éthylénique :



et de la série des carbures polymérisés provenant de la pyrolyse de ceux-ci.

3° De la décomposition des anhydrides par perte de  $\text{CO}_2$  *et de CO*.

Il est impossible, dans les conditions de nos recherches, de séparer la masse complexe de ceux-ci (la plus complexe provenant de l'acide linoléique). Dans le cas

de l'acide oléique, les allures de la distillation et la détermination des indices d'iode indiquent nettement la présence de carbures en  $C^9$  (éthylénique et cyclique saturé) et d'oléylène.

Les parties acides, dont l'indice d'iode est faible, se révèlent, après rectification, comme constituées par des acides saturés en  $C^9$ , accompagnés respectivement d'acide oléique et d'acides linoléique et dodécanoïque. Les produits de polymérisation ne sont que fort peu entraînés à la distillation.

En définitive, la pyrolyse des acides oléique et linoléique conduit à la formation transitoire des anhydrides correspondants et à la production de carbures éthyléniques et d'acides gras de poids moléculaire moins élevé mais plus saturés que ceux qui leur ont donné naissance.

En appliquant les mêmes méthodes analytiques aux produits résultant de la pyrolyse de l'huile de *J. Curcas*, on constate dans les *parties neutres* :

1° La présence de petites quantités de matières saponifiables (acidylacroléine et anhydrides d'acide).

2° L'existence d'un mélange complexe de carbures éthyléniques dont il a été impossible de séparer les principaux constituants à l'état de pureté. Ils distillent entre 50° et 235° sous 20 millimètres et présentent un indice d'iode moyen de 140.

3° L'absence de toute trace d'alcools, d'aldéhydes, de cétones.

*Les produits acides*, de consistance solide, peuvent être scindés par cristallisations successives en produits saturés et en produits éthyléniques. Les premiers, après de patientes purifications, se sont révélés constitués par les

acides : stéarique, palmitique et myristique, identifiés par leur point de fusion et leur poids moléculaire. Les parties liquides, après plusieurs tours de rectification, se sont ainsi séparées :

|                          | Température | Pression | Indice de saturation | Poids moléculaire moyen | Indice d'iode (Hanus) |
|--------------------------|-------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 <sup>re</sup> fraction | 135-150°    | 13 mm.   | 337                  | 166                     | 17                    |
| 2 <sup>e</sup> —         | 150-170°    | —        | 300                  | 186                     | 29                    |
| 3 <sup>e</sup> —         | 170-200°    | —        | 273                  | 205                     | 37                    |
| Résidu brunâtre solide   |             |          | 135                  | 415                     | 58                    |

Les indices d'iode peu élevés sont dus probablement à la petite quantité de matières insaponifiables non saturées, très difficiles à séparer et qui élèvent le poids moléculaire moyen.

La fraction 1 contient, en majeure partie, de l'acide nonanoïque cyclique, accompagné peut-être de l'isomère non saturé (poids moléculaire de l'acide en C<sup>9</sup> : 156) et la fraction n° 3 un acide cyclique en C<sup>12</sup> (poids moléculaire : 198) ; seule une cyclisation de la chaîne peut expliquer l'existence d'acides saturés.

En résumé, la décomposition pyrogénée de l'huile de *J. Curcas* à la température de 340°-380° semble donner naissance à de l'oxyde de carbone, à des anhydrides d'acides et à des acidylacroléines. Ceux-ci eux-mêmes se décomposent en carbures et anhydride carbonique d'une part et acroléine et acides gras de l'autre. Parmi ces derniers, les acides saturés distillent sans décomposition et les acides éthyléniques se déshydratent en anhydrides et

en carbures ou se scindent en acides gras de poids moléculaires moins élevés, cycliques, saturés et en carbures éthyléniques.

Ces conclusions, bien qu'appuyées sur des faits expérimentaux certains, relèvent encore du domaine de l'hypothèse. Pour les affirmer d'une manière absolue, il aurait fallu isoler chaque terme de la décomposition et le caractériser au moyen de dérivés de constitution connue. Un tel travail sortait du cadre de ces recherches surtout destinées à fixer, aussi nettement que possible, les propriétés de l'huile de *J. Curcas*, au point de vue de ses utilisations possibles.

---

## TROISIÈME PARTIE

---

### ÉTUDE TOXICOLOGIQUE DE L'HUILE DE *JATROPHA CURCAS*

L'huile de *J. Curcas* était, d'après HUSEMAN (1), couramment utilisée comme purgatif aux <sup>xvi</sup><sup>e</sup> et <sup>xvii</sup><sup>e</sup> siècles ; ainsi une thèse présentée en 1719 par PHIL. SCHMIDT devant l'Université d'Erfurt vante les bienfaits de cette drogue et son emploi facile. Le seul inconvénient provenait du fait que les graines de *J. Curcas* étaient quelquefois falsifiées avec des graines de *Croton Tiglium*, ce qui expliquait les accidents toxiques parfois observés. L'emploi de l'huile de *J. Curcas* fut cependant peu à peu abandonné ; aussi HUSEMAN préconise-t-il à nouveau son usage comme purgatif à la dose de XV à XX gouttes mélangées à une demi-once d'huile d'Amande.

Quelques chercheurs seulement ont expérimenté sur eux-mêmes les effets de cette drogue.

(1) Th. HUSEMAN. Beitrag zur Pharmakologie der Euphorbiaceen. Ueber Samen und Oel von *J. Curcas*. *Neues Jahrb. für Pharm.*, 1868, Speyer, 29, pp. 130-135.

SOUBEIRAN (1) après une ingestion de 1 gramme d'huile note, au bout d'une demi-heure, une « âcreté persistante », suivie, 3 heures après, de vomissements et d'une violente diarrhée.

SIEGEL (2) réalise aussi, avec l'huile de *J. Curcas*, plusieurs expériences personnelles. Il affirme que VIII gouttes d'huile récemment extraite, ont été suffisantes pour provoquer des vomissements et une intense diarrhée, mais que la toxicité du produit diminue rapidement avec le temps.

Il faut peut-être rapporter à cette cause les grandes différences dans les imputations présumées relativement aux doses efficaces, certains prétendant en effet que l'effet purgatif nécessite l'ingestion de 4 à 8 grammes d'huile.

D'autre part, DYMCK (3) nous rapporte que, dans l'Inde, des médecins européens ayant pu effectuer quelques expériences sur les indigènes, jugèrent l'action de l'huile assez inconstante.

L'étude toxicologique de l'huile de *J. Curcas* sur l'animal ne semble pas avoir beaucoup retenu l'attention des chercheurs. ORFILA (4) paraît être le premier à l'avoir tentée. Il employa les animaux les plus disparates : corbeaux, merles, chiens et mouches, qui moururent tous, dit-il, très rapidement ; toutefois, il ne précise pas les doses léthales.

(1) E. SOUBEIRAN. Sur les semences de quelques Euphorbiacées. *J. de Ph.*, 1829, **15**, pp. 500-519.

(2) A. SIEGEL. Ueber die Giftstoffe zweier Euphorbiacacen. *Thèse Dorpat*, 1893.

(3) W. DYMCK. The vegetable Materia medica of Western India. Bombay, 1883-1884, pp. 571-573.

(4) ORFILA. *Traité de Toxicologie*. Paris, 1852, Labé, éd., **2**, p. 122.

SIEGEL (1) conclut de ses recherches que les doses toxiques pour les animaux sont plus considérables, toutes proportions gardées, que celles nocives à l'homme. Ayant fait ingérer à un chat une émulsion d'huile de *J. Curcas*, il observa chez cet animal des vomissements, une diarrhée violente puis la mort survint bientôt. La dose toxique était de 1 gramme par kilogramme d'animal ; toutefois, un second chat auquel SIEGEL avait injecté une petite quantité d'émulsion d'huile ne fut pas malade, tandis qu'un chien traité dans les mêmes conditions « mourut rapidement de pneumonie ». Des lapins et des hérissons se montrèrent insensibles à l'ingestion de doses d'huile élevées.

D'ailleurs LIPPMAN (2), étudiant l'action de l'huile sur des lapins et des cobayes, obtint le même résultat.

FELKE (3) fut le seul qui (voir p. 48), par de nombreuses expériences réalisées sur la grenouille, essaya de localiser le principe toxique de l'huile et de l'étudier.

Enfin, un bref essai de toxicité de l'huile de *J. Curcas* a été tenté à l'Institut Pasteur par MM. HEIM et RULLIER (4) sur la souris blanche : les animaux moururent rapidement, tandis qu'ils survécurent à l'action de l'huile chauffée pendant 1 heure au bain-marie ; cette dernière semble avoir perdu ainsi ses propriétés toxiques.

(1) SIEGEL. *Loc. cit.*

(2) LIPPMANN. Zwei Fälle von schwerer Vergiftung durch Curcasnüsse. *Med. Klinik*, 1913, **9**, p. 500.

(3) FELKE. Ueber die Giftstoffe der Samen von *J. Curcas*. *Landw. Vers. Stet.* Berlin, 1913, **82**, pp. 467-468.

(4) HEIM et RULLIER. Recherche sur le principe toxique de la graine et de l'huile de Pignon d'Inde. *Bull. Off. Col.*, 1919, **12**, pp. 96-110.

Nous avons tout d'abord constaté (1) la résistance remarquable du cobaye à l'huile de *J. Curcas*. Celle-ci a été administrée par voie buccale, en émulsion dans de l'eau additionnée d'un peu de gomme, à la dose de 1 gramme, puis de 4 grammes d'huile par kilogramme d'animal.

L'étude de la toxicité de l'huile ainsi que l'essai de localisation du principe toxique que nous avons ensuite effectués ont pu être réalisées grâce à l'obligeance de M<sup>lle</sup> Jeanné Lévy, Docteur ès Sciences, Docteur en Médecine, qui a mis aimablement à notre disposition un grand nombre d'animaux et nous a fait largement profiter de son expérience. Nous la prions de trouver ici l'expression de notre vive gratitude.

#### A. — Essai de toxicité de l'huile de « *Jatropha Curcas* ».

Nous avons utilisé une huile extraite à froid par l'éther de pétrole, au laboratoire.

Un second échantillon a été préparé en chauffant l'huile précédente pendant une heure et demie dans une étuve de GAY-LUSSAC réglée à 100°.

Les essais de ces deux échantillons d'huile ont été effectués sur le chien et sur la souris. Les chiens ont ingéré, par voie buccale, une émulsion réalisée en incorporant à l'huile de *J. Curcas* de l'eau additionnée d'un peu de poudre de gomme.

Quant aux souris, elles ont reçu de l'huile pure par voie sous-cutanée.

Voici les résultats obtenus :

(1) M<sup>lle</sup> S. DROIT, Prix Menier. Manuscrit déposé à la bibliothèque de la Faculté de Pharmacie de Paris.

## CHIENS

### I. — Huile ordinaire.

*Observation n° 1.* — Un premier animal de 6 kgr. 950 a ingéré 0 gr. 50 d'huile par kilogramme d'animal. Des vomissements se sont déclarés une demi-heure après l'absorption et ont été suivis d'un rétablissement complet.

*Observation n° 2.* — Un chien pesant 6 kilogrammes a ingéré 3 grammes d'huile par kilogramme d'animal. Il se produisit des vomissements environ 6 heures après, suivis d'un rétablissement complet.

*Observation n° 3.* — Un chien de 6 kilogrammes ayant absorbé 4 grammes d'huile par kilogramme d'animal est mort 12 heures après l'ingestion du produit.

### II. — Huile chauffée pendant une heure et demie à 100°.

*Observation n° 4.* — Un chien pesant 6 kgr. 350 a ingéré 0 gr. 50 d'huile par kilogramme d'animal sans manifester aucun malaise.

*Observation n° 5.* — A un chien de 4 kgr. 900 on fait ingérer 4 grammes d'huile par kilogramme d'animal. Des vomissements se produisirent à deux reprises, environ 2 heures après, suivie de la guérison de l'animal ; ne nous donnant pas ainsi d'utiles précisions sur l'action du produit.

## SOURIS

### I. — Huile ordinaire.

*Observation n° 6.* — Une injection sous-cutanée de 1 centimètre cube d'huile a été faite à une souris de

17 gr. 30, causant la mort de l'animal environ 10 heures après. •

*Observation n° 7.* — L'injection de 2 centimètres cubes de la même huile à une souris de 20 gr. 20 a été bien tolérée par l'animal.

## II. — Huile chauffée.

*Observation n° 8.* — Une souris de 22 gr. 80, à laquelle on a injecté 1 centimètre cube de ce produit est morte dans des conditions analogues à l'animal de l'observation n° 6.

*Observation n° 9.* — Une souris de 21 gr. 45 a enfin reçu une injection de 2 centimètres cubes d'huile chauffée et a survécu comme l'animal de l'observation n° 7.

## CONCLUSIONS

1° L'huile de *J. Curcas* apparaît toxique pour le chien et la souris.

Pour le chien, la dose léthale (4 grammes par kilogramme d'animal) se montre plus élevée que ne laissent prévoir les travaux antérieurs ; cependant, l'animal paraît assez sensible à l'action du poison, puisqu'une dose huit fois inférieure à la dose mortelle manifeste sa toxicité en provoquant des vomissements (observations n°s 1 et 2). Ceux-ci ont l'inconvénient d'évacuer une partie du poison sans lui permettre d'accomplir son plein effet. Il ne semble pas se manifester d'action purgative véritable, mais plutôt une intoxication dont les nausées et la diarrhée ne seraient que des conséquences : le poi-

son paraît agir sur le bulbe rachidien et le chien meurt par arrêt de la respiration.

Les expériences réalisées sur la souris semblent d'ailleurs confirmer cette hypothèse.

2° L'huile de *J. Curcas* chauffée à 100° pendant une heure et demie se montre aussi toxique que l'huile non chauffée, car, si l'expérience effectuée sur le chien n'est pas entièrement probante, l'animal ayant éliminé par ses vomissements une partie du poison, celle réalisée sur la souris est plus concluante et permet de constater que la toxicité de l'huile n'a pas été diminuée par le chauffage.

3° Il convient en outre de remarquer qu'à la suite d'injections sous-cutanées effectuées avec une trop grande quantité d'huile, on observe souvent, à l'endroit de la piqûre, la formation d'un nodule très lent à se résorber, si bien que l'animal assimilant peu à peu le poison, peut échapper à l'intoxication massive (observations n° 7 et n° 9).

#### **B. — Essai de localisation du principe toxique.**

L'huile de *J. Curcas* précédente (extraite à froid par l'éther de pétrole) ayant été épuisée par quatre agitations successives avec de l'alcool à 95°, nous avons tout d'abord effectué, sur des chiens et des souris, l'essai toxicologique de l'huile résiduelle obtenue après ces épuisements.

*Observation n° 10.* — Un chien de 6 kgr. 600 a pris en émulsion 1 gramme de ce produit par kilogramme d'animal sans manifester aucun symptôme morbide.

*Observation n° 11.* — Un deuxième chien pesant 6 kgr. 300 a ingéré 4 grammes du même produit par

*kilogramme d'animal*. Son aspect est resté parfaitement normal et il n'a ressenti ni diarrhée ni vomissements.

*Observation n° 12.* — Nous avons enfin injecté à une souris de 21 gr. 85, 1 centimètre cube du même produit : l'animal n'a montré aucun malaise.

Il résulte donc, de ces expériences, que l'huile de *J. Curcas* plusieurs fois épuisée par de l'alcool fort ne présente plus de propriétés nocives.

Nous avons ensuite cherché à définir la toxicité des quatre liquides d'épuisement alcoolique, mélangés après en avoir chassé le solvant, comme il a été expliqué au Chapitre IV (p. 75).

Ce produit a été dissous dans de l'huile d'olive, en proportion identique à celle où il existe dans l'huile de *J. Curcas*, afin d'obtenir artificiellement un liquide huileux dont la toxicité puisse être comparable à celle de l'huile de *J. Curcas*.

*Observation n° 13.* — Un chien de 6 kgr. 700 a ingéré, en émulsion, 4 grammes de cette solution *par kilogramme d'animal*. Le chien eut des nausées, des malaises et mourut en moins de 18 heures.

Le principe toxique de l'huile de *J. Curcas* se trouve donc bien dans les fractions de l'huile solubles dans l'alcool fort.

Celles-ci, séparées par traitement chimique, puis physique (voir p. 77) en deux parties d'inégale importance, donnent un mélange d'acides gras et de matières insaponifiables.

De ces dernières on retire — par différence de solubilité dans l'éther de pétrole — une résine amorphe et un phytostérol bien cristallisé.

Pour expérimenter la toxicité de chacun de ces trois

produits (acides gras, phytostérol et résine), nous les avons dissous séparément dans de l'huile d'olive et fait ingérer en émulsion à des chiens.

**I. Acides gras.** — *Observation n° 14.* — Un chien pesant 5 kgr. 300 a pris, en émulsion, à la dose de 4 grammes par kilogramme d'animal, les acides gras bruts dissous dans de l'huile d'olive à la même teneur où ils se trouvent dans l'huile de *J. Curcas*. L'animal n'a présenté aucun symptôme d'intoxication.

**II. Phytostérol.** — Nous avons dissous 37 milligrammes de stérol cristallisé dans 12 grammes d'huile d'olive afin d'obtenir un liquide huileux renfermant 10 fois plus de stérol que n'en contient normalement l'huile de *J. Curcas* ; en effet, 37 milligrammes de stérol correspondent à environ 120 grammes d'huile de *J. Curcas*.

*Observation n° 15:* — Un chien de 4 kgr. 50 a ingéré en émulsion les 12 grammes d'huile d'olive ainsi préparés sans manifester aucun symptôme morbide.

**III. Résine.** — La résine a été dissoute dans l'huile d'olive à la dose de 1 gramme pour 100 grammes d'huile. Le liquide ainsi obtenu contient donc environ 15 fois plus de résine que l'huile de *J. Curcas*.

*Observation n° 16.* — Un premier animal pesant 4 kgr. 600 a ingéré 1 gramme de ce produit par kilogramme d'animal. Son état est resté normal.

*Observation n° 17.* — Un second chien pesant 5 kgr. 500 a pris de ce produit 4 grammes par kilogramme d'animal, sans paraître éprouver non plus aucun symptôme d'intoxication.

## CONCLUSIONS

1° Alors que l'huile, résidu des épuisements alcooliques n'est plus toxique, les quatre fractions réunies provenant de ces extractions n'ont rien perdu de la nocivité globale, malgré un séjour prolongé au bain-marie bouillant (6 à 7 heures) nécessaire pour chasser l'alcool. Elles constituent donc en totalité la fraction toxique de l'huile de *J. Curcas*.

2° Considérés séparément, la résine, le phytostérol et les acides gras dont l'ensemble constitue la fraction toxique de l'huile, ne se montrent plus nocifs.

La saponification (ébullition de ce produit pendant une demi-heure en présence d'un excès de lessive de soude) paraît avoir détruit la toxicité du complexe, sur la constitution intime duquel nous ne pouvons émettre que des hypothèses.

Il se peut que l'on se trouve en présence d'un composé défini, provenant de l'union du phytostérol avec un acide de nature résineuse, soluble dans l'huile, mais détruit par saponification et analogue aux résènes de TSCHIRCH (1); ou d'un ester d'acide gras saturé ou non de stérol ou de résène ou des deux réunis.

---

(1) A. TSCHIRCH. Ueber das Alban der Guttapercha. *Arch. der Pharm.*, 1903, **241**, pp. 481-495.

## RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

---

### A. — GRAINES DE *JATROPHA CURCAS*

1° Bien que la zone de végétation du *J. Curcas* s'étende à tous les pays de climat tropical ou sub-tropical sans distinction de terrain, d'altitude ou de régime des pluies, on note peu de variations dans les dimensions ou la composition chimique des graines d'origines géographiques différentes :

|                                                                    |                      |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Le poids de la graine varie entre . . . . .                        | 0 gr. 65 et 0 gr. 72 |
| La proportion de coque dans la graine entière varie de . . . . .   | 32 à 38 %            |
| La proportion d'amande dans la graine entière varie de . . . . .   | 62 à 68 %            |
| La proportion d'huile dans l'amande décortiquée varie de . . . . . | 50 à 58 %            |

Les graines dites de la « variété à feuilles vertes » signalées au Dahomey sont elles-mêmes peu différentes des autres.

2° Au point de vue histologique, la structure de la graine de *J. Curcas* se montre tout à fait normale. Deux téguments d'inégale importance, dont nous avons suivi le développement depuis l'ovule jusqu'à la graine adulte entourent un albumen huileux renfermant un embryon foliacé. Les ouvertures, représentant les fines craquelures qui sont irrégulièrement disposées à la surface du tégument externe de la graine, sont, par contre, des plus

curieuses et des plus rares ; déjà visibles sur l'ovule, elles semblent provenir de piages de cellules non sclérifiées et jouer, par rapport à la graine, comme organe respiratoire, un rôle analogue à celui des lenticelles. On retrouve d'ailleurs ces mêmes organes sur la surface extérieure des fruits.

3° De l'étude de la *toxicité de la graine* décortiquée et déshuillée, on peut déduire, par la modalité des phénomènes toxiques observés, que le principe nocif est une *toxalbumine végétale*, à laquelle on peut conserver le nom de *curcine*.

En effet, après une longue période d'incubation pendant laquelle l'animal ne semble pas malade, il se produit une brusque paralysie des membres bientôt suivie de la mort par congestion pulmonaire.

Les doses léthales pour le chien, le lapin et le cobaye s'élèvent à 3 grammes d'albumen déshuillé par kilogramme d'animal.

## B. — HUILE DE *JATROPHA CURCAS*

1° **Déterminations physiques.** — Effectuées sur des échantillons d'huile de *J. Curcas* de provenances différentes (huile extraite au laboratoire ou huile d'origine industrielle), elles n'établissent pas, dans leur constitution de distinctions marquées. Voici les résultats que nous avons obtenus :

a) L'huile de *J. Curcas* n'est pas *siccative* et ne possède pas de pouvoir *rotatoire spécifique*.

b) Son *indice de réfraction* a une valeur moyenne comprise entre 1,4720 et 1,4730.

c) L'*étalement moléculaire* est comparable à celui des huiles de Colza.

d) La *viscosité* absolue, déterminée aux températures de 35° et 100°, est nettement supérieure à celle de l'huile d'olive.

L'ensemble de ces deux dernières propriétés indique des qualités lubrifiantes appréciables.

e) Le *point de congélation* est relativement bas : —13°, mais les huiles extraites au laboratoire présentent l'inconvénient de se prendre partiellement en masse vers 0° tandis que les huiles industrielles ne semblent pas posséder cette particularité.

f) Les nombres qui mesurent le « *point éclair* » et le « *point feu* » sont plus élevés que ceux trouvés pour la majorité des huiles végétales ; ils possèdent en outre l'avantage d'être très éloignés l'un de l'autre (140°).

g) Le *pouvoir calorifique* est normal.

**2° Déterminations chimiques.** — Les huiles de *J. Curcas* extraites à froid, au laboratoire ou au moyen de différents solvants, ont des caractères chimiques très voisins ; elles se distinguent surtout des huiles industrielles obtenues par expression à chaud, par leur faible acidité (0,4 à 0,6 % contre 4 à 5 %, évaluée en acide oléique).

Les indices d'iode et de saponification de toutes ces huiles diffèrent peu de ceux de l'huile d'Olive ; leur indice d'acétyle (E. ANDRÉ) est faible : 6 à 9.

**3° Composition chimique.** — L'huile de *J. Curcas* paraît être, en majeure partie, constituée par les glycérides des acides stéarique, palmitique, myristique, oléique et linoléique.

Malgré des efforts répétés, nous n'avons pu déceler aucune trace d'acide-alcool.

Soumise à une basse température, elle laisse déposer une masse cristalline qui, après purification, se révèle constituée par un dioléomonostéaride.

Outre les glycérides, l'huile de *J. Curcas* contient 0,1 % de matières insaponifiables solubles dans l'alcool à 95°. Celles-ci se scindent facilement en une résine amorphe (0,066 % du poids de l'huile totale) et en un sitostérol bien cristallisé (0,033). Ce dernier se présente sous la forme d'aiguilles soyeuses dont le point de fusion, pris au tube capillaire, est de 135°.

**Action de la chaleur et utilisation.** — L'action ménagée de la chaleur ne modifie pas sensiblement les principaux caractères physiques et chimiques de l'huile de *J. Curcas* ; elle augmente seulement sa viscosité, rendant son emploi avantageux dans la lubrification des pièces soumises à une température élevée.

Dans cet ordre d'idées, l'huile de *J. Curcas*, brute ou chauffée, est soluble en toutes proportions dans les huiles de paraffine, d'où possibilité de réaliser, pour l'industrie du graissage, toute une gamme de produits nouveaux dont il serait très facile de varier à volonté les propriétés.

Plus directement, l'emploi de l'huile de *J. Curcas* brute est tout indiqué, aux Colonies, pour le graissage des automobiles. Elle offre sur l'huile d'Olive, qui a fait ses preuves à ce sujet, l'avantage incontestable de posséder une acidité très faible pratiquement indépendante de la durée du stockage.

La récolte des graines inutilisées jusqu'ici et la préparation de l'huile seraient donc susceptibles d'être rému-

néatrices pour les indigènes qui s'y livreraient, lorsque la technique du graissage aux Colonies fera place à un produit nouveau, d'origine locale, ce qu'il faut souhaiter voir se réaliser dans un avenir prochain.

Soumise à une température plus élevée (340-380°), l'huile de *J. Curcas* subit la décomposition pyrogénée et fournit, avec un rendement variable suivant les conditions de l'opération, un mélange de produits de cracking distillables, carbures éthyléniques et acides de plus bas poids moléculaires paraissant renfermer une chaîne cyclique dans leur molécule.

**Toxicologie.** — L'huile de *J. Curcas* n'est pas rubéfiante, mais elle contient un principe toxique caractéristique, dont l'action semble varier avec l'espèce animale considérée. Ainsi elle ne produit aucun trouble, même ingérée à forte dose, chez le lapin et le cobaye, mais tue le chien en 18 heures, par voie buccale, à la dose de 4 grammes par kilogramme d'animal. Son ingestion à raison de 0 gr. 50 par kilogramme provoque déjà chez cet animal des nausées et des vomissements, sans manifester une action réellement purgative.

La souris succombe en 20 heures, après une injection sous-cutanée de 1 centimètre cube de cette huile.

Après un chauffage d'une heure et demie dans une étuve à 100°, elle demeure aussi toxique que l'huile extraite à froid, contrairement à l'opinion de certains auteurs.

Le principe toxique paraît exister, à l'état de combinaison, dans la partie de l'huile soluble dans l'alcool fort. Nous n'avons pu en définir exactement la nature car la dissociation chimique de la fraction nocive donne : des

acides gras, une résine et un phytostérol qui, pris séparément, ne présentent aucune toxicité.

Contrairement à ce que nous avons envisagé au début de ces recherches, il ne semble donc pas possible d'espérer un emploi éventuel de l'huile de *J. Curcas*, comme purgatif, en thérapeutique.

Des recherches toxicologiques de l'huile et de la graine déshuillée, séparément poursuivies, il paraît résulter qu'il existe, dans la graine de *J. Curcas*, deux poisons différents localisés dans l'albumen : une phytotoxine et un complexe résino-lipidique, dont les actions sont très différentes en vertu de leur nature même.

---

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

---

- AINSLIE (W.). — *Materia medica of Hindoostan*. Madras, 1813, p. 73.
- AMMANN (P.). — Le Pignon d'Inde. *Annales de la Droque*, 1926, n° 50, pp. 8-11 ; Extrait du *Bull. de l'Agence écon. de l'A. O. F.*, 1925, p. 59.
- ANDRÉ (Ém.). — Sur l'indice d'acétyle des corps gras. Méthode simple et rapide pour sa détermination. *Bull. Soc. chim. de Fr.*, Paris, 1925, (4<sup>e</sup> s.), **37**, pp. 335-339.
- ANDRÉ (Ém.). — Appareil à fractionnement pour distillation sous pression réduite. *Bull. Soc. Chim.*, Paris, 1924, (4<sup>e</sup> s.), **35**, pp. 647-648.
- ANONYME. — Fixed oil of *J. Curcas* seeds. *Bull. of the Imper. Inst.*, London, 1921, **19**, n° 3, pp. 288-291.
- ANONYME. — Falsification de l'huile d'amandes avec l'huile de Pignon. *Répert. de Pharm.*, Paris, 1912, (3<sup>e</sup> s.), **24**, pp. 273-274.
- ANONYME. — Oil of *J. Curcas*, Naman Sabu. *Gov. Lab. of Bangkok*, 1929, fasc. n° 4, pp. 8-9.
- ANONYME. — Le « Pourguerre » au Sénégal. *Agr. col.*, Paris, 1928, **17**, p. 24.
- ARNAUDON (J.). et UBALDINI (J.). — *J. Curcas* L. et huile qu'il contient. *Monit. Sc. de Quesneville*, 1893, **41**, pp. 447-449.
- AUBERT (M.). — Les combustibles liquides et le problème du carburant national. Paris, 1924, Gauthier-Villars, édit., pp. 27-32 et 179-183.
- BAILLON (H.). — *Histoire des plantes*. Paris, Hachette, édit., 1874, **5**, pp. 112-114.
- BAZIRE (A.). — Notice sur plusieurs substances apportées du Guatemala. *Journ. de Pharm.*, Paris, 1834, **20**, p. 522.
- BENEDIKT (K.) et ULZER (F.). — *Analyse der Fett- und Wachsarten*. Berlin, 1903.
- BOUCHARD (G.). — *Introduction à l'étude des matières grasses*. Paris, 1908, Dunod et Pinot, édit.

- BOUIS (J.). — Recherche sur l'huile de Médecinier. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1854, **39**, pp. 923-927.
- CADET DE GASSICOURT (P.). — Dissertation sur les Euphorbiacées. *J. de Ph.*, Paris, 1824, **10**, pp. 170-178.
- CHODAT (R.). — Principes de Botanique. Genève, 1907, Georg et C<sup>o</sup>, libr.-édit. — Lenticelles, pp. 272-273.
- CODEx MEDICAMENTARIUS GALLICUS. — Paris, 1818, *J. Curcas*, p. CXXXIII.
- CODEx MEDICAMENTARIUS GALLICUS. — Paris, 1866, *J. Curcas*, p. 50.
- COLLIN (E.) et PERROT (Ém.). — Les résidus industriels de la fabrication des huiles et des essences. Paris, 1904, A. Joanin et C<sup>ie</sup>, édit. *Pignon d'Inde ou Purghère*, pp. 129-132.
- DELABY (R.) et CHARONNAT (R.). — Sur la pyrolyse des huiles végétales à indice d'acétyle notable. *Bull. Sc. Pharmacol.*, Paris, janv. 1931, **38**, pp. 17-23.
- DESCOURTILZ. — Flore pittoresque et médicale des Antilles. Paris, 1821-1829, Crosnier, édit., **2**, p. 299.
- DROIT (M<sup>lle</sup> S.). — Prix Menier. Manuscrit déposé à la bibliothèque de la Faculté de Pharmacie de Paris, 1929.
- DÜSS (R. P.). — Flore phanérogamique des Antilles françaises. *Ann. de l'Inst. Col. de Marseille*, 1896, **3**, pp. 26-27.
- DYMOCK (W.). — The vegetable Materia medica of Western India. Bombay, 1883-1884, pp. 571-573.
- ENGLER (A.) et PRANTL (K.). — Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig, Engelmann, édit., 1896, III Teil, 5 Abteilung, p. 74.
- FAHRION (W.). — A new method of examining fats. *Journ. Soc. Chim. Ind.*, 1893, **12**, p. 951.
- FELKE (J.). — Ueber die Giftstoffe der Samen von *J. Curcas*. *Landw. Versuchs-Stat.*, Berlin, 1913, **82**, pp. 427-463.
- FRANÇOIS (M<sup>lle</sup> M.-Th.). — Contribution à l'étude des huiles d'animaux marins. *Thèse Doct. Sc.*, Paris, 1929.
- FRANÇOIS (Ed.). — Exportation à Madagascar. *Bull. Ag. Gén. des Colon.*, Paris, 1931, p. 258.
- FRANÇOIS (Ed.). — Importation du Pignon d'Inde. *Bull. Économ. Madagascar*, 1930, n<sup>o</sup> 40, p. 25 ; 1931, n<sup>o</sup> 60, p. 26.
- GAUCHER (L.). — Recherches anatomiques sur les Euphorbiacées. *Thèse Doct. Sc.*, Paris, 1902.
- GODFREY (G. H.). — Pourriture grise du Ricin, Aubergine, *Jatropha Curcas*, Manioc et *Euphorbia pulcherrima*. *Rev. Bot. Appl.*, Paris, 1923, **3**, p. 849 (d'après *Journ. of agric. Research*).
- GRIMM (C.). — Ueber das fette Oel der Samen von *Jatropha Cur-*

- cas. *Zeitsch. d. d. Oel- und Fett-industrie*, Berlin, 1921, pp. 513-515.
- GUÉRIN (P.). — Recherche sur la structure anatomique de la fleur, du fruit et en particulier de la graine des Diptérocarpées. *Bull. Soc. bot. de France*, 1911, **58**, p. 9.
- HEIM (F.) et RULLIER. — Recherches sur les principes toxiques de la graine et de l'huile de Pignon d'Inde. *Bull. Off. Colon.*, Paris, 1919, **12**, pp. 96-110.
- HORN (F.-M.). — Ueber das Oel der Samen von *J. Curcas*. *Zeit. für analyt. Chem.*, Wiesbaden, 1888, **27**, pp. 163-165.
- HUSEMAN (Th.). — Beitrag zur Pharmakologie der Euphorbiaceen. *Neues Jahrb. für Pharm.*, 1868, Speyer, **29**, pp. 130-135.
- JUMELLE (H.). — Huile de *J. Curcas* L. *Ann. du Musée Col. Marseille*, 1917 (3<sup>e</sup> s.), **5**, p. 58.
- JUMELLE (H.). — Les huiles végétales. Paris, 1921, Baillière et fils, édit., p. 246.
- KLEIN (O.). — Ueber das Curcasöl. *Zeitsch. für angew. Chem.*, 1898, Berlin, **11**, pp. 1012-1015.
- KLOBB (T.). — Les alcools cholestériques d'origine végétale ou phytostérols. *Bull. Sc. Pharmacol.*, 1910, **17**, pp. 160-165, 228-238 et 273-288.
- KOBEKT (R.). — On the toxic constituents of *J. Curcas* and *Croton Tigium*. *Bull. of Pharm.*, Detroit (Mich.), 1893, **7**, pp. 200-204.
- LÉMERY. — Dictionnaire universel des drogues simples. Paris, 1759, p. 747.
- LEWKOWITSCH. — Technologie et analyse chimique des huiles, graisses et cires, 2<sup>e</sup> édit. française, par Em. BONTOUX, Paris, 1929, Dunod, édit.
- L'HERMINIER. — Histoire médicale des Antilles. *Journ. de Pharm.*, Paris, 1817, **3**, pp. 461-473.
- LIPPMAN. — Zwei Fälle von schwerer Vergiftung durch Curcasnüsse. *Med. Klinik*, 1913, **9**, p. 500.
- LOIR et LEGANGNEUX. — Cas d'empoisonnement au Havre par des graines de *J. Curcas*. *Bull. Acad. Méd.*, 1923 (3<sup>e</sup> s.), **90**, p. 160.
- MACHEBOEUF (M.). — Les Phytotoxines. *Bull. Sc. Pharmacol.*, Paris, 1929, **36**, pp. 237-252.
- MAILLOT (Ed.). — Étude comparée du Pignon et du Ricin de l'Inde. *Thèse Dipl. Pharm.*, Nancy, 1880.
- MARCUSSON (J.). — Manuel de laboratoire pour l'industrie des huiles et graines. Traduit par A. JOUVE, 1929, Paris-Liège, Ch. Béranger, édit.
- MARGAILLAN (L.). — Contribution à l'étude des graines oléagi-

- neuses et des corps gras végétaux. *Thèse Doct. Sc.*, Paris, 1930.
- MAUBLANG (A.) et BARAT (H.). — Une nouvelle maladie de la Vanille. *Agron. Colon.*, 1928, **17**, p. 77.
- MÉRAT (V.) et DE LENS. — Dictionnaire universel de matière médicale et de thérapeutique générale. Paris, 1831, Baillière, édit., **3**, p. 674.
- NADKARNI (K. M.). — The Indian Materia medica. Bombay, 1927, p. 483.
- NIEDERSTADT (B.). — Untersuchung verschiedener fetter Oele brasilianischen Pflanzen. *Ber. d. deut. pharm. Gesellsch.*, Berlin, 1902, **12**, pp. 143-145.
- ORFILA. — Traité de Toxicologie. Paris, 1852, Labé, édit., **2**, p. 122.
- PARTHEIL et FÉRIÉ. — Zur Kenntnis der Fette. *Arch. der Pharm.*, 1903, **241**, pp. 545-569.
- PAX (F.). — Euphorbiaceæ Jatrophae In : *das Pflanzenreich*. Leipzig, 1910, IV, **147**, p. 77.
- PAYRAU (V.). — Recherches sur les *Strophanthus*. *Thèse Doct. Univ. Pharm.*, Paris, 1910.
- PELLETIER et CAVENTOU. — Essai analytique sur la graine du Médecinier cathartique *J. Curcas*. *J. de Pharm.*, Paris, 1818, **4**, pp. 289-291.
- PLANCHON (G.) et COLLIN (E.). — Les drogues simples d'origine végétale. Paris, Doin, édit., 1895, **1**, p. 329.
- RICORD MADIANA. — Mémoire sur la toxicologie des Antilles. *J. de Ph.*, Paris, 1830, **16**, p. 309.
- ROQUES (J.). — Phytographie médicale. Paris, 1835, Cormon et Blanc, édit., **3**, p. 335.
- SACK (J.). — Untersuchung des Wachses auf der Rinde von *J. Curcas*. *Chem. Centralbl.*, 1906, **1**, p. 1106.
- SCOTT-ELLIOT. — Some economic plants of Sierra-Leone. *Pharm. Journ.*, London, 1893, (3<sup>e</sup> s.), **23**, p. 1027.
- SIEGEL (A.). — Ueber die Giftstoffe zweier Euphorbiacen. *Thèse Dorpat*, 1893.
- SIGALAS (C.). — Quelques propriétés physiques de l'huile de Croton. *Bull. Trav. Soc. Pharm. Bordeaux*, 1903, **43**, pp. 165-172 et : *J. de Pharm. et Ch.*, Paris, 1903, (6<sup>e</sup> s.), **18**, pp. 208-212.
- SILVA (R. D.). — Sur une nouvelle formation de l'alcool octylique. *C. R. Ac. Sc.*, 1868, **67**, pp. 1261-1263 et : *Répert. de Pharm.*, Paris, 1869, **25**, p. 268.
- SILVEIRA (J. C. DE). — Contribution à l'étude du Purgère. Com-

- munication présentée au *Congrès international d'Agriculture tropicale*, Paris, juillet 1931.
- SOUBEIRAN (E.). — Sur les semences de quelques Euphorbiacées. *J. de Ph.*, Paris, 1829, **15**, pp. 500-519.
- SPIRE (C.). — Contribution à l'étude des Apocynacées, en particulier des lianes indochinoises. *Thèse Doct. Sc.*, Paris, 1905. Travaux du Laboratoire de Matière médicale de la Faculté de Pharmacie, **2**.
- STILLMARK (H.). — Ueber Ricin. *Arbeit des Pharm. Inst. zu Dorpat*, 1889, **3**, p. 149.
- TSCHIRCH (A.). — Ueber das Alban der Guttapercha. *Arch. der Pharm.*, 1903, **241**, pp. 481-495.
- WOOG (P.). — Contribution à l'étude du graissage. Paris, Delagrave, édit., 1926, pp. 52-62.
- 

**Vu, bon à imprimer :**

Le Président de la Thèse,  
ÉM. PERROT.

**Vu :**

Le Doyen de la Faculté,  
P. GUÉRIN.

**Vu et permis d'imprimer :**

Le Recteur de l'Académie de Paris,  
S. CHARLÉTY.



## TABLE DES MATIÈRES

---

|                                                                                                                                                          | Pages |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| INTRODUCTION . . . . .                                                                                                                                   | 1     |
| PLAN DE L'OUVRAGE . . . . .                                                                                                                              | 6     |
| PREMIÈRE PARTIE. — <i>Etude particulière de la graine de</i><br>« <i>J. Curcas</i> » . . . . .                                                           | 9     |
| <i>Chapitre premier.</i> — Caractères généraux de la plante.                                                                                             | 9     |
| <i>Chapitre II.</i> — Etude générale de la graine . . . . .                                                                                              | 20    |
| <i>Chapitre III.</i> — Etude histologique de la graine . . . . .                                                                                         | 33    |
| DEUXIÈME PARTIE. — <i>Etude chimique de l'huile de « J. Cur-</i><br><i>cas »</i> . . . . .                                                               | 41    |
| <i>Chapitre premier.</i> — Historique . . . . .                                                                                                          | 41    |
| <i>Chapitre II.</i> — Méthodes d'analyses employées dans<br>cette étude . . . . .                                                                        | 54    |
| <i>Chapitre III.</i> — Origine et préparation des différentes<br>huiles de <i>J. Curcas</i> , utilisées : caractères physiques<br>et chimiques . . . . . | 63    |
| <i>Chapitre IV.</i> — A. — Etude de la dissolution fraction-<br>née de l'huile dans l'acide acétique et dans l'alcool<br>fort . . . . .                  | 72    |
| B. — Etude des matières insaponifiables et des<br>acides gras. . . . .                                                                                   | 79    |
| <i>Chapitre V.</i> — A. — Action du froid sur l'huile de<br><i>Jatropha Curcas</i> . . . . .                                                             | 87    |
| B. — Action ménagée de la chaleur . . . . .                                                                                                              | 92    |
| C. — Pyrolyse de l'huile . . . . .                                                                                                                       | 95    |
| TROISIÈME PARTIE. — <i>Etude toxicologique de l'huile de</i><br>« <i>J. Curcas</i> » . . . . .                                                           | 105   |
| RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS . . . . .                                                                                                                          | 115   |
| INDEX BIBLIOGRAPHIQUE. . . . .                                                                                                                           | 121   |

SORTI DES PRESSES DE  
L'IMPRIMERIE BARNÉOUD  
= LAVAL (FRANCE) =



